

Forskning

Otillåten hantering av radioaktivt material och kärnämne

Hotanalys och förslag till åtgärder

Lena Oliver
Lena Melin
Jan Prawitz
Anders Ringbom
Björn Sandström
Lars Wigg
Jens Wirstam

Januari 2004



Statens strålskyddsinstitut
Swedish Radiation Protection Authority

MYNDIGHETSPERSPEKTIV

Bakgrund

Statens kärnkraftinspektion, SKI, och Statens strålskyddsinstitut, SSI, är tillsynsmyndigheter för hantering av kärnämne och andra radioaktiva material. Respektive myndighet har således inom sina respektive ansvarsområden tillsyn över att kärnämne och andra radioaktiva material hanteras säkert. Till detta kommer att Tullverket kontrollerar in- och utförsel över Sveriges gränser av dessa ämnen.

Problemet med otillåten hantering av kärnämne och andra radioaktiva material, s.k. illicit trafficking har under de senaste 10-15 åren rönt ett stort internationellt intresse. Efter händelserna i USA den 11 september 2001 har dessutom risken för användning av radiologiska vapen i terrorsyfte fått ökad uppmärksamhet.

På SKI:s uppdrag genomförde Totalförsvarets forskningsinstitut, FOI, under 2000-2001 en studie av Sveriges förmåga att detektera smugglingsförsök av kärnämne eller andra radioaktiva material. Resultatet av studien redovisades i SKI-rapport 01:26. Studien visade bl.a. på en begränsad förmåga att upptäcka smugglingsförsök och behov av utbildning av tullpersonal.

Syftet med studien

Efter genomförandet av den ovan nämnda studien kunde SKI och SSI konstatera att det saknades underlag för att bedöma omfattningen av problemet med otillåten hantering av kärnämne och andra radioaktiva material – någon djupare analys av problemets omfattning hade aldrig gjorts. SKI och SSI uppdrog därför åt FOI att genomföra en hotanalys och komma med förslag till åtgärder. Som en del av hotanalysen genomfördes en pilotstudie i Stockholms frihamn med utplacering av en fast monterad utrustning för detektion av gamma- och neutronstrålning. Syftet med pilotstudien var dels att få en uppfattning om frekvensen av införsel av radioaktiva material dels att ge berörda myndigheter erfarenheter från operativ användning av denna typ av utrustning.

Sammantaget syftade studien till att ge underlag för att bedöma problemets omfattning och vilka åtgärder som kan vara lämpliga för att förebygga otillåten hantering av kärnämne och andra radioaktiva material.

Resultat

Studien visar att såväl kärnämne som andra radioaktiva material även fortsatt är föremål för otillåten hantering i Sveriges närområde. Detta framgår bl.a. av den rapportering över inträffade incidenter som görs till IAEA:s databas. Vidare framgår det av studien att Tullverket har en mycket begränsad förmåga att detektera införsel av dessa ämnen till Sverige.

Trots att sannolikheten bedöms vara låg för att Sverige utsätts för illegal införsel framhålls att de potentiella konsekvenserna av en sådan händelse är så allvarliga, att den sammantagna risken är tillräckligt hög för att motivera att Sverige vidtar vissa åtgärder på området. Bland annat föreslås utplacering portalmonitörer vid vissa tullplatser i kombination med mobil detektionsutrustning för detektion av förhöjda strålningsnivåer i inkommande gods.

När det gäller säkerheten i hanteringen av radioaktivt material i Sverige konstateras att strålskyddsaspekterna, d.v.s. åtgärder för att skydda människor och miljö mot skadlig inverkan av joniserande strålning, är väl omhändertagna. För att uppnå ett bättre skydd mot stöld eller annan otillåten åtkomst av strålkällor och andra radioaktiva material föreslås däremot att det snarast införs skärpta krav på åtgärder för fysiskt skydd av strålkällor och andra radioaktiva material. De riktlinjer som IAEA nyligen utarbetat på området bör vara en utgångspunkt för detta arbete.

Eventuell fortsatt verksamhet inom området

Såväl SKI som SSI kommer i nära samarbete främst Tullverket och FOI att följa upp studiens förslag och vidta de åtgärder som bedöms som ändamålsenliga för att bättre förebygga otillåten hantering av kärnämne och andra radioaktiva material.

Projektinformation

SKI:

Projektledare: Stig Isaksson

Projektnummer: 14.10-020448/01185

SSI:

Projektledare: Erik Höglund

Referens: 70/1492/02, SSI P 1317

Forskning

Otillåten hantering av radioaktivt material och kärnämne

Hotanalys och förslag till åtgärder

Lena Oliver

Lena Melin

Jan Prawitz

Anders Ringbom

Björn Sandström

Lars Wigg

Jens Wirstam

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI)

S-172 90 Stockholm

Januari 2004

Denna rapport har gjorts på uppdrag av Statens kärnkraftinspektion, SKI och Statens Strålskyddsinstitut, SSI. Slutsatser och åsikter som framförs i rapporten är författarens/författarnas egna och behöver inte nödvändigtvis sammanfalla med SKI:s och SSI:s.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INTRODUKTION - SYFTET MED RAPPORTEN	9
1.1	BEGREPP OCH DEFINITIONER	9
1.2	STUDIENS GENOMFÖRANDE.....	10
1.3	BEGRÄNSNINGAR I STUDIEN	10
2	BAKGRUND.....	11
2.1	CIVILA ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN FÖR RADIOAKTIVT MATERIAL OCH KÄRNÄMNE	11
2.2	VILKA RADIOAKTIVA ÄMNEN RÖR DET SIG OM?	13
2.3	MEDVETEN UTSPRIDNING AV RADIOAKTIVA ÄMNEN – RADIOLOGISKA VAPEN	16
2.4	PRIMITIVA KÄRNLADDNINGAR	17
2.5	OLYCKOR MED HERRELÖSA STRÅLKÄLLOR OCH KÄRNÄMNE	17
3	HOTANALYS.....	18
3.1	AVSIKTIG OTILLÅTEN HANTERING AV RADIOAKTIVA MATERIAL OCH KÄRNÄMNE	19
3.1.1	<i>Aktörer, deras syften och förmåga.....</i>	<i>20</i>
3.1.1.1	Icke-statliga aktörer.....	20
3.1.1.2	Politiska och religiösa extremister.....	20
3.1.1.3	Organiserad brottslighet	21
3.1.1.4	Enskilda aktörer och samverkan.....	21
3.1.1.5	Motiv och målval	21
3.1.1.6	Teknisk kompetens och åtkomst av radioaktivt material.....	22
3.1.2	<i>Incidenter inom och utom Sverige</i>	<i>23</i>
3.1.3	<i>Resultat från pilotstudie i Stockholms frihamn.....</i>	<i>30</i>
3.1.4	<i>Säkerheten vid förvar och anläggningar</i>	<i>31</i>
3.1.4.1	Hantering av radioaktivt material i Sverige.....	32
3.1.4.2	Hantering av kärnämne i Sverige	34
3.1.4.3	Hantering av radioaktivt material internationellt.....	35
3.1.4.4	Hantering av kärnämne internationellt	36
3.1.5	<i>Transport av radioaktivt material</i>	<i>40</i>
3.1.6	<i>Transport av kärnämne</i>	<i>41</i>
3.1.7	<i>Sammanfattande hotbedömning vad gäller avsiktlig otillåten hantering</i>	<i>42</i>
3.2	OAVSIKTIG OTILLÅTEN HANTERING AV RADIOAKTIVA MATERIAL OCH KÄRNÄMNE	44
3.2.1	<i>Naturligt radioaktiva material och kontaminerat material</i>	<i>44</i>
3.2.2	<i>Incidenter i svenska smältverk.....</i>	<i>45</i>
3.2.3	<i>Övriga incidenter med radioaktiva material i Sverige</i>	<i>46</i>
3.2.4	<i>Oavsiktliga incidenter med herrelösa strålkällor och radioaktivt material</i>	<i>46</i>
3.2.5	<i>Sammanfattande hotbedömning vad gäller oavsiktlig otillåten hantering</i>	<i>48</i>
4	ÅTGÄRDER FÖR ATT MOTVERKA OTILLÅTEN HANTERING AV RADIOAKTIVT MATERIAL OCH KÄRNÄMNE	49
4.1	GRÄNSKONTROLLEN I NÅGRA LÄNDER.....	49
4.1.1	<i>Sverige.....</i>	<i>49</i>
4.1.2	<i>Finland</i>	<i>50</i>
4.1.3	<i>Norge.....</i>	<i>50</i>
4.1.4	<i>Danmark.....</i>	<i>51</i>
4.1.5	<i>ESTLAND.....</i>	<i>51</i>
4.1.6	<i>Lettland.....</i>	<i>51</i>
4.1.7	<i>Litauen.....</i>	<i>51</i>
4.1.8	<i>Polen.....</i>	<i>52</i>
4.1.9	<i>Tyskland.....</i>	<i>52</i>
4.1.10	<i>Ryssland.....</i>	<i>52</i>
4.2	INTERNATIONELLT ARBETE – KRAV OCH RIKTLINJER	53
4.2.1	<i>IAEA</i>	<i>53</i>
4.2.2	<i>EU-direktiv.....</i>	<i>54</i>
4.2.3	<i>CSI – krav på importgods till USA</i>	<i>54</i>
4.2.4	<i>Exportkontroll.....</i>	<i>54</i>
4.2.5	<i>Interpol och Europol</i>	<i>55</i>

5	SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER.....	56
6	ORDLISTA.....	60
7	REFERENSER.....	62

Appendix 1	Vanliga radioaktiva isotoper och några egenskaper
Appendix 2	Fallbeskrivningar för incidenter i Sverige
Appendix 3	Fallbeskrivningar för incidenter utanför Sverige

SAMMANFATTNING

Syftet med denna studie har varit dels att bedöma hot mot Sverige genom smuggling eller annan otillåten hantering av radioaktivt material och kärnämne över Sveriges gränser samt dels att kartlägga säkerheten vid hanteringen av denna typ av material inom Sverige.

Detta arbete har inkluderat både studier av relevant dokumentation, besök och intervjuer vid industrier, sjukhus, forskningsinstitut och militära anläggningar i Sverige som hanterar radioaktivt material och kärnämne, en pilotstudie i Stockholms Frihamn där en detektionsutrustning för radioaktivt material och kärnämne testats under 6 månader, analys av till IAEA:s databas rapporterade incidenter med radioaktivt material eller kärnämne samt analys av incidenter som inträffat i Sverige.

De viktigaste slutsatserna från denna studie är:

De incidenter som sker i våra närmaste grannländer samt de brister som fortfarande finns runt det fysiska skyddet av radioaktiva material och kärnämne i de f.d. Sovjetrepublikerna är konkreta indikationer på att dessa material fortfarande kan vara på drift i Sveriges närområde. När det gäller risken att Sverige utsätts för smuggling eller annan avsiktlig eller oavsiktlig otillåten hantering över våra gränser så bedömer vi att sannolikheten är relativt liten att sådan införsel sker. Trots relativt liten sannolikhet för sådana incidenter så är de potentiella konsekvenserna så allvarliga att den sammantagna risken trots allt är tillräckligt stor för att motivera att Sverige vidtar vissa åtgärder på området. Våra närmaste grannländer, Finland och Norge, har installerat – eller är på gång att installera – portalmonitorer vid sina gränser mot Ryssland för att kunna detektera eventuellt förhöjda strålningsnivåer i inkommande laster. Gränserna till Sverige från dessa länder har däremot antagits vara säkra. Vi har därför – förutom för vår egen säkerhet – också ett ansvar mot våra grannländer i Norden och EU att ha en god gränskontroll vad gäller detektion av radioaktivt material och kärnämne. De grannländer som statistiskt sett har haft många incidenter och som har stor handel med f.d. Sovjetrepubliker är Tyskland samt Estland, Lettland, Litauen och Polen – länder som snart blir EU-medlemmar. Våra svenska gränskontroller mot dessa länder bör vara de som först utrustas med sådan detektionskapacitet.

När det gäller säkerheten i hanteringen av radioaktivt material och kärnämne i Sverige så har det förändrade världsläget även resulterat i en ökad medvetenhet vad gäller stöldrisken av dessa material. Tidigare har strålkällor och andra radioaktiva material ansetts självskyddande p.g.a. sin starka strålning och förekomsten av potentiella aktörer som kunde ha intresse av att stjäla denna typ av material vara försumbar. Idag finns dock aktörer som är villiga att riskera livet för att nå sina syften. Dagens krav på fysiskt skydd är därför inte tillräckliga för att förhindra stöld av strålkällor och andra radioaktiva material. När det gäller kärnämne är bilden en annan då dessa material sedan länge omgärdats av ett högre säkerhetstänkande p.g.a. deras potentiella användning i kärnvapen.

Vi anser därför att Sverige snarast bör införa skärpta krav när det gäller det fysiska skyddet av strålkällor och radioaktiva material. De riktlinjer som IAEA nyligen utarbetat på området bör vara en utgångspunkt i detta arbete. Detta innebär bl.a. att en översyn bör göras om graden av skydd och säkerhet för svenska strålkällor är i enlighet med IAEA:s nya riktlinjer. Det innebär också att en skärpning av de svenska

bestämmelserna kring transporter av radioaktivt material kan vara nödvändig. Vi har under arbetet med denna rapport kunnat konstatera att ett centralt incidentregister för händelser med radioaktivt material saknas i Sverige. Vi föreslår därför att ett sådant register inrättas och att relevanta incidenter rapporteras till IAEA:s Illicit Trafficking Data Base. Vi anser vidare att det finns utrymme för en förbättring av samspelet mellan de svenska myndigheter som har ansvar för att motverka införsel och olaglig hantering av radioaktivt material och kärnämne.

SUMMARY

This report is a result of a study aimed at assessing the threat of illicit trafficking of nuclear and radioactive material to Sweden. The study also focuses on the physical protection of this kind of material at Swedish facilities.

The main conclusions from the study are:

The relatively large number of incidents of illicit trafficking of nuclear and radioactive materials in neighbouring countries, and the fact that the physical protection of these materials in the former Soviet Union is insufficient, indicate that there is still a risk that these materials illicitly or unintentionally are transferred to or through Sweden. Even if the probability of illicit trafficking to Sweden is estimated to be small, the consequence of such an incident might be severe. The over-all risk is therefore large enough to motivate that Sweden take further action to combat illicit trafficking.

Finland and Norway have installed or are installing portal monitors at their borders to Russia in order to detect increased levels of radiation in incoming cargo. Their borders to Sweden are, however, assumed to be safe and remain unprotected. Sweden has – except for our own security reasons – also a responsibility to neighbouring countries and to the rest of the EU to protect our borders from illicit trafficking of nuclear and radioactive materials.

We propose that the Swedish borders to countries that have a large number of reported incidents and to countries with a large trade with countries from the former Soviet Union should be the first to be equipped with this detection capability.

The new threat situation in the world has put focus on the importance of a strong physical protection of nuclear and radioactive materials. The strong radiation emitted from radiation sources was previously considered sufficient to protect the material from theft. There are, however, groups and organisations today that do not care for their own safety and the fact that they might be interested in these materials has to be addressed. Therefore, the level of physical protection of radiation sources and other radioactive materials is not sufficient to prevent theft of these materials today. The physical protection of nuclear materials is on the other hand satisfying since the risk they pose has been understood for a much longer time.

We conclude that Sweden should as soon as possible implement the guidelines on security of radiation sources that IAEA recently submitted. Swedish transport regulations might also need strengthening.

Sweden has no central register of incidents concerning radioactive materials. We propose that such a register is established and that relevant incidents also are reported to the IAEA Illicit Trafficking Data Base.

We finally conclude that there is a need for improvement of the coordination between the different Swedish authorities responsible for preventing unauthorised use of nuclear and radioactive materials and to combat illicit trafficking.

1 INTRODUKTION - SYFTET MED RAPPORTEN

Syftet med denna studie har varit dels att bedöma hot mot Sverige genom smuggling eller annan otillåten hantering av radioaktivt material och kärnämne över Sveriges gränser dels att kartlägga säkerheten vid hanteringen av denna typ av material inom Sverige. Studien skall således bedöma hur stor risken är för att radioaktivt material och kärnämne kan hamna på avvägar i Sverige samt vid behov ge förslag på förebyggande åtgärder.

Hotanalysen är avsedd att kunna utgöra underlag för ett beslut om en samlad strategi för att motverka otillåten hantering av radioaktivt material och kärnämne. Studien finansieras av Statens strålskyddsinstitut (SSI) och Statens kärnkraftinspektion (SKI) och därför sätter studien fokus både på aspekter kring strålskydd och förhindrande av kärnavapenspridning. I kapitel två beskrivs olika isotoper och deras användningsområden. Kapitel tre är själva hotanalysen som är uppdelad i avsiktlig respektive oavsiktlig otillåten hantering. Vidare behandlas radioaktiva material och kärnämne var för sig. Internationellt arbete som pågår med att motverka otillåten hantering av radioaktivt material och kärnämne redogörs för i kapitel fyra. Rapporten avslutas med slutsatser och förslag till åtgärder.

1.1 BEGREPP OCH DEFINITIONER

Med kärnämne menas sådana ämnen som kan användas för utvinning av kärnenergi i reaktorer och i kärnavapen och det är framförallt uran och plutonium. Med benämningen radioaktiva material menas i denna rapport resterande ämnen eller material som utsänder joniserande strålning.

I rapporten används begreppen *avsiktlig* och *oavsiktlig otillåten hantering* av radioaktiva ämnen och kärnämne

Med *oavsiktlig otillåten hantering* av radioaktiva ämnen och kärnämne menas oavsiktlig införsel av kontaminerat skrot, material eller livsmedel över Sveriges gränser samt strålkällor som kommit på avvägar. Dessa material kan utgöra fara för människor som omedvetet kommer i kontakt med materialet. Upphittade strålkällor kan också – om de kommer i fel händer – utgöra en risk genom avsiktlig användning i exempelvis terrorsammanhang (se nedan).

Hotet från oavsiktlig otillåten hantering är avhängig risken att materialet av misstag kommer på avvägar från dess legala användning. Exempel på detta är en strålkälla som felhanteras vid skrotning och hamnar på en vanlig soptipp. Hur säkert dessa material förvaras, hanteras och transporteras inom och utom Sverige är således direkt relaterat till hur stor risken är att materialet kommer på avvägar.

Avsiktlig otillåten hantering innefattar både smuggling av radioaktivt material och kärnämne över Sveriges gränser samt stöld från svenska anläggningar, industrier, sjukhus, militära anläggningar och forskningsinstitut. Risken för detta är mer komplext att bedöma då det inte bara beror på materialets tillgänglighet utan också på om det finns aktörer som kan tänkas vilja anskaffa materialet illegalt och om det finns aktörer,

med rätt kompetens, som kan tänkas ha användning för det stulna, smugglade eller upphittade materialet.

Vilka åtgärder man skall vidta för att förhindra otillåten hantering av radioaktiva material och kärnämne beror dels på med vilken sannolikhet materialet kan komma på avvägar, dels på om det finns aktörer som har till syfte att anskaffa och använda materialet samt vilka konsekvenser det kan tänkas bli av denna otillåtna hantering.

I rapporten används benämningen strålkällor uteslutande för öppna och slutna strålkällor (se ordlistan i kapitel 6). Denna benämning innefattar således varken accelerators eller röntgenutrustning.

1.2 STUDIENS GENOMFÖRANDE

Förutom studier av relevant dokumentation på området har besök genomförts vid industrier, sjukhus, militära anläggningar och forskningsinstitut för att bedöma det fysiska skyddet och risken för stöld. Telefonintervjuer har dessutom genomförts med ytterligare industrier och företag som hanterar strålkällor, radioaktivt material och kärnämne samt med berörda myndigheter.

En pilotstudie med portalmonitor installerad i Stockholms Frihamn under en sexmånadersperiod har också genomförts inom ramen för studien.

Incidenter med kärnämne och strålkällor som rapporterats till IAEA:s databas under tiden 1993-01-01 till 2003-06-30 har sammanställts och analyserats.

Uppgifter insamlade via Europol:s svenske sambandsman angående detektionskapacitet för radioaktiva ämnen vid europeiska gränskontroller har analyserats.

Rapportering rörande detekterat radioaktivt material vid Sveriges smältverk och skrotfirmor som använder sig av detektorer för att kunna mäta förhöjda strålningsnivåer har analyserats. Incidenter med radioaktiva material som skett i Sverige har också sammanställts i rapporten.

1.3 BEGRÄNSNINGAR I STUDIEN

Sabotage vid t.ex. kärntekniska anläggningar ligger utanför studiens ram och berörs därför inte närmare i rapporten. Sabotage under transport av radioaktivt material och kärnämne kommenteras dock kortfattat.

2 BAKGRUND

Säkerheten vid hantering av kärnämne och andra radioaktiva ämnen fick stor uppmärksamhet vid Sovjetunionens upplösning i början av 1990-talet då risken för smuggling av kärnämne bedömdes vara stor från de forna Sovjetrepublikerna. Ett stort antal rapporterade smugglingsfall av radioaktivt material och kärnämne samt incidenter med försvunna strålkällor från t.ex. sjukhus och industrier runt om i världen som lett till allvarliga strålningsolyckor ger en första indikation på allvaret med otillåten hantering av dessa material. Säkerheten vid hantering av kärnämne och andra radioaktiva ämnen har aktualiserats efter terrorattackerna i USA den 11 september 2001 då man befärar att terrorister kan ha som mål att använda sig av en primitiv kärnladdning eller en så kallad smutsig bomb¹ för att orsaka skada, förödelse och panik.

Risken från radioaktiva material och kärnämne härrör således från både avsiktlig otillåten hantering (smuggling, användning i terrorsyfte, hot) och oavsiktlig otillåten hantering (införsel av kontaminerat skrot, strålkällor på avvägar, produkter kontaminerade av nedfall efter Tjernobylolyckan etc.).

2.1 CIVILA ANVÄNDNINGSSOMRÅDEN FÖR RADIOAKTIVT MATERIAL OCH KÄRNÄMNE

Radioaktiva ämnen har en mängd användningsområden i dagens samhälle. Strålningen från de radioaktiva materialen används i många industriella tillämpningar, för cancerbehandling, i medicinsk diagnostik, för sterilisering av utrustning och livsmedel samt i forskningssyfte. Strålkällor och radioaktiva material finns därför främst på sjukhus, vid industrier, forskningsinstitut och universitet.

De industriella tillämpningarna för strålkällor innefattar radiografi, borrhålsloggning, rökdetektion, eliminerande av statisk elektricitet, generering av termisk elektricitet samt vid densitets-, tjockleks- och nivåmätning. Principen för två utrustningar som är vanliga i industriella sammanhang – radiografering och nivåmätning – beskrivs kortfattat nedan. Ytterligare information om hur övrig industriell utrustning fungerar kan hittas exempelvis på SSI:s hemsida (www.ssi.se).

Radiografering är en metod som används för att kontrollera sprickbildning i gjutgods, kontroll av svetsfogar i t.ex. rörledningar och brofundament samt kontroll av finstrukturer vid kretskortstillverkning. En radiografiutrustning är ofta portabel för att kunna tas med till den plats där kontrollen skall ske. När den inte används är den radioaktiva strålkällan (oftast Ir-192) väl innesluten i ett strålskydd (se figur 1). Vid användning förs dock strålkällan ut ur sitt strålskydd genom en mätprob (rör eller slang) så att det gods man vill kontrollera kan bestrålas. Strålningen passerar godset och svärta en fotografisk plåt på andra sidan det mätta godset. Plåten kan sedan framkallas och analyseras.

¹ Med ”smutsig bomb” avses en konventionell sprängladdning som sprider radioaktivt material eller kärnämne (se vidare i avsnitt 2.3).



Figur 1. Radiograferingsutrustning innehållande 3 TBq Ir-192. Vid drift kopplas en mätprob till utrustningen där strålkällan kan föras ut för användning.

Nivåmätare, också kallade nivåvakter (se figur 2), innehåller vanligen Co-60 eller Cs-137 och används för övervakning av vätskenivåer inom t.ex. pappersmassaindustrin. Strålningen från nivåvakten passerar den tank eller behållare som man vill övervaka och en detektor på motstående sida detekterar ändringen i strålningens intensitet när vätskenivån stiger i tanken.



Figur 2. Nivåmätare

Kärnämne (framförallt uran) används civilt huvudsakligen som kärnbränsle i kärnreaktorer. I Sverige har vi, förutom i kärnkraftverken, en bränslefabrik där uran hanteras och omvandlas från importerad uranråvara (uranhexafluorid) till urandioxid – den kemiska form av uran som vi använder oss av i våra kärnreaktorer (se figur 3).



Figur 3. Kutsar av urandioxid för användning som bränsle i kärnreaktorer. Kutsarna packas i stavar och stavarna i sin tur i större knippen.

2.2 VILKA RADIOAKTIVA ÄMNEN RÖR DET SIG OM?

De radioaktiva ämnen som huvudsakligen används vid sjukhus, industrier, militära övningsbanor och forskningsinstitut är slutna strålkällor innehållande Cs-137, Co-60, Sr-90 eller Ir-192. I forskningslaboratorier används även nuklider som exempelvis P-32, P-33, S-35, I-125, I-131 och Tc-99m men dessa lagras i regel i så små kvantiteter att de inte kan utgöra någon akut hälsofara. En del isotoper är dessutom mycket kortlivade så att de inte hinner orsaka någon större skada innan aktiviteten avklingat. I Appendix 1 listas några vanliga isotoper och deras egenskaper.

IAEA har nyligen publicerat ett dokument där man kategoriserat olika typer av strålkällor efter hur stor risken bedöms vara för att de skall orsaka akuta strålskador om de felhanteras eller inte förvaras på ett säkert sätt [1]. De strålkällor som bedöms som mest farliga hamnar i kategori 1 och det är främst utrustning och strålkällor som innehåller stora mängder av isotoperna Cs-137, Co-60, Sr-90 och Ir-192 som anses utgöra den största risken. Bedömningen rör endast slutna strålkällor och inte öppna strålkällor eller andra typer av radioaktivt material. Man tar främst hänsyn till isotopens radiologiska farlighet, men man har också vägt in att en del källor är portabla samt vilka nuklider som erfarenhetsmässigt visat sig orsaka flest olyckor. I denna kategorisering tar man dock inte hänsyn till eventuella socioekonomiska effekter eller om isotoperna kan orsaka cancer vid långtidsexponering utan bedömer bara risken för akuta strålskador. I tabell 1 listas de olika kategorierna och några olika typer av utrustning som hamnar under respektive kategori.

Tabell 1. IAEA:s kategoriindelning av strålkällor och dess tillämpning [1].

Kategori	Tillämpning
1	Termoelektriska generatorer (RTG)* Utrustning för sterilisering av livsmedel** och medicinsk utrustning Blodbestrålningsutrustning Strålterapi Gammaknivar
2	Industriell radiografi (radiografering) Brachyterapi*** med hög/medium dosrat
3	Fasta industriella mätare (t.ex. nivåvakter) Borrhålsloggning
4	Brachyterapi*** med låg dosrat (ej permanent implanterade strålkällor) Tjockleksmätare Portabla fuktighets- och densitetsmätare Bendensitometer Eliminering av statisk elektricitet
5	Brachyterapi*** med låg dosrat - t.ex. permanent implanterade strålkällor Röntgenfluorescensanalysator Elektroninfångningsdetektor Mössbauerspektrometri Positronemissionstomografi (PET)

*) Finns ej i Sverige, **) Ej tillåtet i Sverige, ***) Brachyterapi är en form av strålterapi där isotopen införs i kroppen vid behandling

Strålkällorna i kategori 1 kan, om de felhanteras eller inte förvaras på säkert sätt, ge dödande stråldos till en person i dess närhet vid en relativt kort bestrålningsperiod (någon minut till en timme). Om sådant material istället skulle spridas med hjälp av en explosion kan akut hälsofara endast uppstå inom några hundra meter från explosionsplatsen. De kontaminerade områden som behöver saneras kan dock uppta en yta på en kvadratkilometer eller mer. Det radioaktiva materialet antas därvid vara homogent utspritt. Det är dock på grund av starka strålkällors konstruktion inte troligt att utspridningen vid explosionen blir alltigenom homogen.

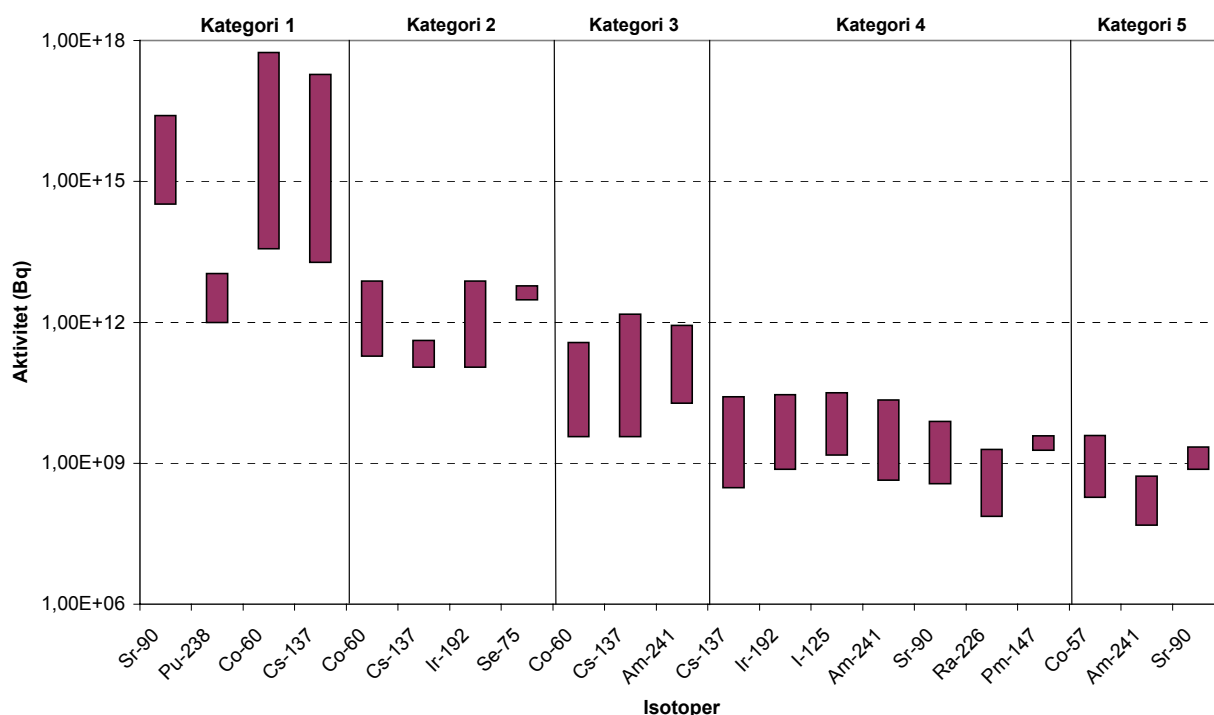
Strålkällor i kategori 2 beräknas kunna ge dödlig stråldos om man vistas i dess närhet mellan en timme och något dygn. Vid utspridning av materialet är det inte troligt att man i något fall når dödliga stråldosnivåer om man vistas i närheten av källan och området som behöver saneras är förmodligen inte mer än en kvadratkilometer.

När det gäller strålkällor i kategori 3 kan man eventuellt nå dödliga stråldoser om man vistas i närheten av källan i någon dag upp till någon vecka och endast bråkdelar av en kvadratkilometer behöver saneras.

Det är inte troligt att strålkällorna i kategori 4 och 5 orsakar bestående skador vid vistelse i närheten av dem eller att utspridning av materialet skulle ge bestående skador. Att sprida ut radioaktivt material tillhörande kategori 4 och 5 eller andra radioaktiva material kan trots sin försumbara risk för bestående radiologiska skador ändå fylla en aktörs syfte att orsaka kaos och panik och resultera i evakuering och sanering. Det bör också påpekas att vissa typer av relativt svaga strålkällor, trots att de inte ger

livshotande radiologiska effekter vid utspridning, kan ge upphov till svårbehandlade strålskador på huden.

I figur 4 visas några vanliga isotoper och aktivitetsnivåer för tillämpningarna i kategori 1-5. Aktivitetsnivåerna beskriver de mest förekommande nivåerna för de olika utrustningarna i varje kategori. Det kan därför finnas tillämpningar med både starkare och svagare strålkällor som måste bedömas separat. Som synes kan dessutom samma aktivitetsnivå för en och samma isotop hamna i olika kategorier beroende på dess tillämpning. Beroende på isotopernas radiologiska effekter kan dessutom olika aktivitetsnivå hamna i samma kategori (jmf. Pu-238 och Co-60 i kategori 1).



Figur 4. Isotoper och vanliga aktivitetsnivåer enligt IAEA:s kategoriindelning [1].

Uran som är anrikat över 20 % U-235 (oftast över 90 %) och plutonium är de vanligaste material som används i kärnladdningar. Uran av lägre anrikningsgrad kan användas som bränsle i kärnreaktorer där man med hjälp av en moderator kan få igång kärnklyvningar och erhålla en kedjereaktion som ger kraftig energiutveckling.

Färskt låganrikat uranbränsle, dvs. obestrålat bränsle, är relativt ofarligt radiologiskt sett jämfört med starka strålkällor. Materialet kan inte heller användas i kärnladdningar utan mycket omfattande processering. Den radiologiska risken begränsas till risken från intern bestrålning vilket innebär att det finns risk för skada om materialet är så finfördelat att det kan inandas. Det finns dock risk att materialet kan orsaka en okontrollerad kärnreaktion vid felhantering så det är viktigt att man begränsar mängder och moderatormaterial (t.ex. vatten) för att undvika kriticitetsolyckor.²

Utbränt kärnbränsle, dvs. bränsle som bestrålats i en reaktor under längre tid, är däremot synnerligen radioaktivt och kan orsaka akuta strålskador och dödsfall vid felhantering.

² Vid en kriticitetsolycka sker en okontrollerad kärnreaktion. En stor mängd neutroner kommer att utsändas från kärnämnet och skada människor som befinner sig i närheten.

Det utbrända bränslet anses därför i princip vara självskyddande vad gäller stöld och vidare otillåten hantering.

2.3 MEDVETEN UTSPRIDNING AV RADIOAKTIVA ÄMNEN – RADIOLOGISKA VAPEN

Förutom de civila, lagliga användningsområdena för radioaktivt material finns också risk att det kan komma till användning i olagliga sammanhang som vid sabotage, terrorism och annan brottslighet. Efter terrorattackerna 11 september 2001 har oron varit stor att en terrororganisation skulle använda sig av en s.k. smutsig bomb eller kanske t.o.m. en kärnladdning (se nästa avsnitt).

Ett radiologiskt vapen ger ingen energifrigörelse från kärnklyvning som i ett kärnvapen utan ger endast utspridning av radioaktivt material. Utspridningen kan ske genom användning av explosivämne (aktiv utspridning). Att sprida radioaktiva ämnen som aerosol (passiv utspridning) förutsätter att materialet finns i vätskeform och sådana lösningar – med tillräcklig mängd aktivitet – är relativt ovanliga.

Andra sätt att åsamka skada med hjälp av radioaktiva material eller kärnämne är genom att kontaminera mat eller vattenreservoarer. De flesta radioaktiva ämnen är dock inte vattenlösliga vilket försvårar sådan kontamination och materialet fastnar således lätt i filter eller ger en utfällning som har svårt att spridas vidare. I de fall där radioaktiva ämnen förekommer i vätskeform rör det sig vanligtvis om relativt små aktivitetsmängder. Sabotage av kärntekniska anläggningar eller sabotage mot transporter och förvar där radioaktivt material eller kärnämne hanteras kan beskrivas som en variant av medveten utspridning, men kommer inte att diskuteras närmare i denna rapport. Det radiologiska vapen som fått mest fokus är de som sprider ut det radioaktiva materialet med hjälp av explosivämne – en så kallad smutsig bomb.

De studier som gjorts på området visar att det är mycket svårt att orsaka massdöd genom att detonera en smutsig bomb [2]. Effekten från en sådan bomb beror på vilken typ och mängd av radioaktivt material man använder sig av och hur väl man lyckas sprida ut materialet med hjälp av sprängladdningen. Utspridningen beror på i vilken form det radioaktiva ämnet föreligger. En keramisk eller inkapslad källa är troligen svår att sprida homogent över ett större område, men vi saknar idag tillräcklig kunskap om hur partikelbildningen sker vid explosionen och hur det i så fall påverkar utspridningen av materialet.

Man kan identifiera två risknivåer, dels aktivitetsnivåer som orsakar akuta strålskador och dels en lägre nivå som dock är tillräckligt hög för att permanent uppehåll i det kontaminerade området bör undvikas. Vissa typer av relativt små strålkällor kan, trots att de ger försumbara skador vid utspridning, ge betydande lokala strålskador vid närkontakt.

De radioaktiva material som kan anses utgöra störst risk att användas för smutsiga bomber är de material som finns i utrustning för industriell radiografi, cancerterapi, industriella bestrålningsapparater för t.ex. sterilisering och termoelektriska generatorer. Dessa innehåller ofta stora mängder av Co-60, Sr-90, Cs-137 eller Ir-192 [1]. Det bör dock påpekas att framställningen av en smutsig bomb medför stora hanteringsproblem för aktören då starkt radioaktivt material snabbt kan ge upphov till akuta strålskador.

Effekterna från en smutsig bomb är huvudsakligen psykologiska och ekonomiska då man kan behöva evakuera och sanera stora områden som kontaminerats av det utspridda radioaktiva materialet. Händelsen i sig och det faktum att det rör sig om radioaktivt material och strålning resulterar sannolikt i rädsla, panik och kaos. Antalet döda beror huvudsakligen på vilken sprängstyrka den konventionella sprängladdningen har – och inte på strålskadorna. De radiologiska effekter som kan tänkas uppkomma är en liten ökning av cancerrisken på grund av långtidsexponering. Sådan exponering kan å andra sidan undvikas genom evakuering och sanering av berörda områden. För att förhindra att radioaktivt material hamnar i händerna på terrorister eller andra kriminella grupper måste materialet förvaras och hanteras på ett säkert sätt.

2.4 PRIMITIVA KÄRNLADDNINGAR

Att en mindre grupp eller organisation skulle lyckas att framställa material (uran eller plutonium) för användning i en kärnladdning anses mycket osannolikt. De framställningsprocesser som krävs för att producera det klyvbara materialet är mycket komplexa och kräver hög teknisk kompetens, avancerad teknologi och stora ekonomiska resurser. En mindre grupp anses däremot kunna – om de har tillgång till rätt kompetens – framställa en kärnladdning av mer primitiv design om man har tillgång till färdigframställt klyvbart material av rätt kvalitet. Det är framförallt höganrikat uran som kan tänkas användas för en tillräckligt enkel konstruktion. Hur stor sprängverkan blir från en sådan kärnladdning är mycket svårt att bedöma då den enkla konstruktionen gör initiering och detonation av laddningen mycket osäker. Då kärnvapen har enorm sprängverkan kan även en ”misslyckad” explosion från en primitiv kärnladdning ge konsekvenser som kan vara fullt tillräckliga för aktörernas syften. Att kärnämne (uran och plutonium) som kan användas i kärnladdningar förvaras och hanteras på ett säkert sätt är därför av mycket stor vikt.

2.5 OLYCKOR MED HERRELÖSA STRÅLKÄLLOR OCH KÄRNÄMNE

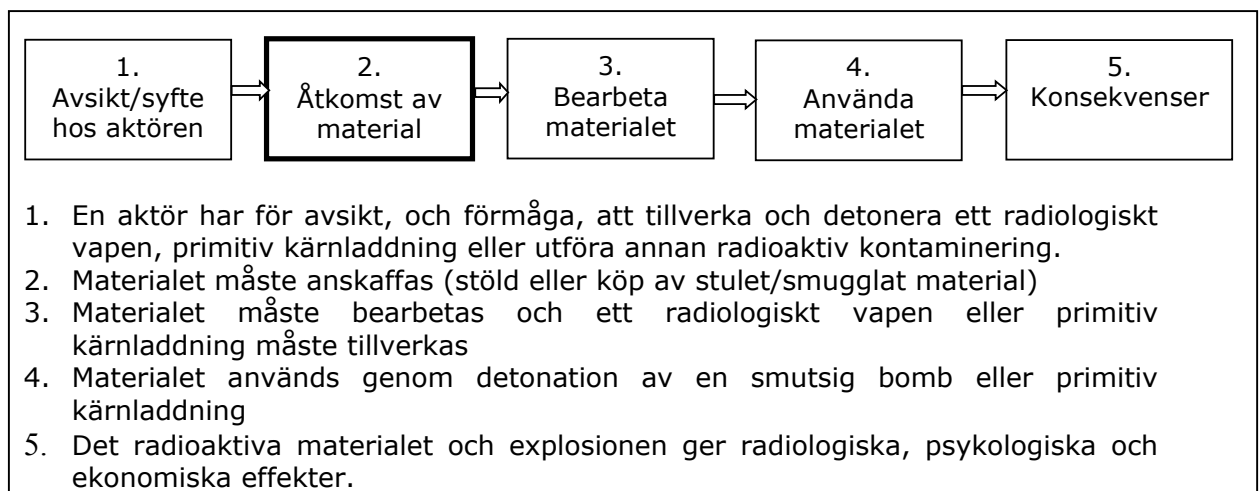
Risken med oavsiktlig hantering av radioaktivt material är att människor ovetandes kan utsättas för en förhöjd stråldos om kontaminerat skrot, herrelösa strålkällor eller annat radioaktivt material hamnar på avvägar. Herrelösa strålkällor kan utgöra fara både som hel strålkälla, som skadad eller blottad strålkälla och även då den av misstag t.ex. smälts ner tillsammans med annan skrotmetall och därmed kontaminerat stora mängder återanvänd metall. Ett antal olyckor med herrelösa strålkällor beskrivs närmare i Appendix 3.

Låganrikat uran bör, som nämnts ovan, hanteras så att kriticitet undviks. Om tillräckligt mycket uran hanteras tillsammans med något moderatormaterial (som t.ex. vatten) finns annars risk att man orsakar en kedjereaktion i materialet som kan resultera i höga stråldoser i närområdet samt utsläpp av radioaktiva ämnen. En sådan olycka inträffade 1999 i Tokaimura i Japan och fick till följd att två arbetare omkom, tiotals andra fick förhöjda stråldoser och delar av närområdet kontaminerades [3]. En aktör med fientliga avsikter kan medvetet tänkas orsaka en sådan ”olycka” för att åsamka skada och kaos.

3 HOTANALYS

När det gäller *avsiktlig* otillåten hantering så beror riskerna med materialet inte bara på hur lättillgängligt materialet är utan också på existensen av en aktör som illegalt anskaffar materialet. Det kan sedan finnas ytterligare aktörer – med rätt kompetens – som har för avsikt att använda materialet för något fientligt ändamål.

I figur 5 beskrivs de olika delar som är relevanta i hotanalysen gällande avsiktlig otillåten hantering av radioaktivt material och kärnämne. Denna studie fokuserar på att bedöma det generella hotet för Sveriges del av att radioaktiva material och kärnämne kommer på avvägar. Det är alltså framförallt ruta 2 nedan som berörs i denna studie. Övriga delar i kedjan kommer endast att beskrivas översiktligt.

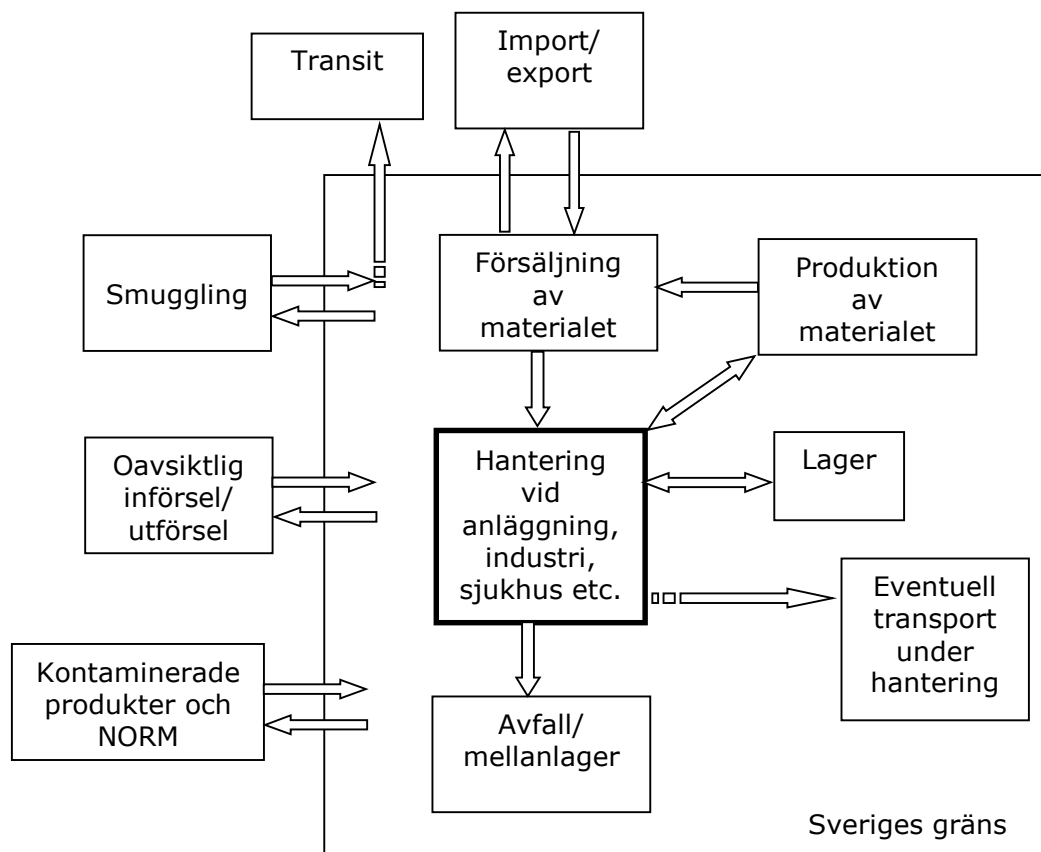


Figur 5. Översikt över de olika delar som rör avsiktlig otillåten hantering av radioaktivt material och kärnämne.

När det gäller *oavsiktlig* otillåten hantering begränsas hotanalysen till att bedöma risken att materialet kommer på avvägar och hur säkert materialet hanteras, förvaras och transporteras – det finns ingen medveten aktör i det sammanhanget.

Bedömning av hotet avseende otillåten hantering är i denna rapport uppdelad i avsiktlig och oavsiktlig hantering och beskrivs separat i avsnitt 3.1 respektive avsnitt 3.2. Konsekvenserna av otillåten hantering av radioaktivt material och kärnämne har beskrivits översiktligt i avsnitt 2 medan åtgärder för att förhindra otillåten hantering av radioaktivt material och kärnämne redogörs för i avsnitt 4.

I figur 6 beskrivs de övergripande flöden av radioaktiva material och kärnämne som sker i Sverige samt avsiktlig och oavsiktlig införsel till Sverige. Rutorna i figuren nedan representerar anläggningar där material förvaras eller hanteras och alla pilar representerar transporter av materialet. Material som införs till Sverige eller stjäls från svenska anläggningar kan tänkas användas för fientliga ändamål både inom och – kanske mer troligt – utom Sverige.



Radioaktiva ämnen, strålkällor, utrustning som innehåller strålkällor, kärnbränsle och uranråvara är material som lagligt importeras till Sverige antingen via en mellanhand (återförsäljare) eller direkt till den anläggning som skall använda sig av produkten. I Sverige sker viss produktion av radioaktiva ämnen vid Studsvik Nuclear och resterande behov av radioaktiva material, kärnämne och strålkällor täcks genom import. En liten andel kortlivade isotoper tillverkas dock med hjälp av accelerators vid t.ex. sjukhus och forskningsinstitut. De flesta återförsäljare inom Sverige agerar endast mellanhand vid försäljning av materialet. Några företag monterar även ihop utrustning och hjälper till med omladdning av det radioaktiva materialet när aktiviteten avklingat samt hjälper till vid omhändertagandet av förbrukade strålkällor. Till viss del exporterar även Sverige radioaktivt material.

3.1 AVSIKTLIG OTILLÅTEN HANTERING AV RADIOAKTIVA MATERIAL OCH KÄRNÄMNE

Hur stor är risken i Sverige för avsiktlig otillåten hantering av radioaktiva material och kärnämne? För att försöka besvara denna fråga kommer vi att belysa hur det ser ut idag i världen i form av antal och typ av smugglingsincidenter, hur säkerheten ser ut på känsliga anläggningar inom och utom Sverige samt säkerheten kring transporter till och från sådana anläggningar. Avsnittet avslutas med en övergripande bedömning av hotet.

3.1.1 AKTÖRER, DERAS SYFTEN OCH FÖRMÅGA

3.1.1.1 ICKE-STATLIGA AKTÖRER

Det finns fortfarande intresse för radioaktiva ämnen och kärnämne i kriminella kretsar, men även bland aktörer som normalt inte förknippas med kriminell aktivitet. I ett generellt och världsomspännande perspektiv är det främst följande icke-statliga aktörer som intresserat sig för eller använt radioaktiva ämnen och kärnämne.

- Enskilda aktörer som inte ingår i en organiserad kriminell grupp.
- Ett antal individer som tillfälligt går samman för att genomföra ett attentat.
- Politiska eller religiösa extremistiska grupper som t. ex. Aum Shinrikyo, al-Qaeda och högerextremister.

Organiserad brottslighet har ännu ej genomfört något attentat med radioaktiva ämnen och kärnämne men därmed är det inte uteslutet att det kan finnas ekonomiska intressen när det gäller att agera mellanhand vid olika transaktioner.

När det gäller svenska förhållanden kan några aktörer anses mer intressanta än andra när det gäller smutsiga bomber eller primitiva kärnladdningar, nämligen extremister, organiserad brottslighet och ensamma aktörer.

3.1.1.2 POLITISKA OCH RELIGIÖSA EXTREMISTER

Bland politiska eller religiösa extremister som intresserat sig för kärnvapen återfinns bin Laden/al-Qaeda och den japanska religiösa sekten Aum Shinrikyo³. Det är i båda fallen oklart om de lyckats komma över färdiga vapen eller utgångsmaterial.

Nätverket al-Qaeda, eller åtminstone medlemmar i terroristorganisationer som ingår i nätverket, har vittnat om försök till anskaffning av anrikat uran och att det skulle ha funnits ett ”nukleärt program”, uppgifter som dock inte har verifierats. Även om det funnits ambitioner att skaffa kärnvapen är det troligare att de försöker komma över radioaktiva ämnen för tillverkning av en smutsig bomb. Efter 11 september-attentaten började också underrättelserapporter dyka upp med påståenden att al-Qaeda ”försökt skaffa sig material för NBC-vapen⁴ genom ryska organiserade kriminella grupper”[4] och att de ”försökt komma över nukleärt material med hjälp av ryska maffian”[5]. Huruvida det finns någon sanning i dessa påståenden eller om det bara är rykten är svårt att bedöma.

³ Under 1994 gjorde ledaren Asaharas närmaste man Hayakawa åtta resor till Ryssland för att försöka förse Aum med en kärnstridsspets. Sekten hade enligt uppgifter också lyckats infiltrera Kurchatovinstitutet i Moskva, där det fanns minst en Aum-medlem. Hur nära kulten var att lyckas köpa en kärnstridsspets har aldrig blivit klarlagt, eller huruvida de tänkte köpa radioaktivt material för att aptra med sprängmedel.

⁴ NBC-vapen innefattar nukleära, biologiska och kemiska vapen.

3.1.1.3 ORGANISERAD BROTTSLIGHET

Organiserad brottslighet skulle kanske rent resursmässigt kunna införskaffa ett kärnvapen, en primitiv kärnladdning eller utgångsmateriel för tillverkning av sådana eller smutsiga bomber. Frågan är i så fall vad motivet skulle vara, både för införskaffning och eventuellt användande. Hittills har organiserad brottslighet visat ett större intresse för att bedriva verksamhet som kan ge ekonomiska vinster som t ex prostitution, drog- och vapenhandel. Det är mer sannolikt att organiserad brottslighet skulle inta rollen som mellanhand vid försäljning till någon som själv har logistiska svårigheter att komma över till exempel radioaktiva ämnen.

3.1.1.4 ENSKILDA AKTÖRER OCH SAMVERKAN

Enskilda aktörer har vid åtskilliga tillfällen lyckats komma över radioaktiva ämnen, något som också återspeglas av statistik från IAEA:s Illicit Trafficking Data Base. Utgående från denna verkar det dock som om de enskilda aktörerna snarare agerat utifrån ekonomiska perspektiv än att de skulle vara "slutanvändaren" av det radioaktiva materialet. Vid en eventuell användning är det mest troligt att aktörer i denna kategori genomför små och begränsade attentat, till exempel utplacering av en radioaktiv källa på en strategisk plats eller utsätter utvalda människor för radioaktiva isotoper.

En intressant iakttagelse som kan göras utifrån incidenterna i IAEA:s databas tillsammans med uppgifterna om al-Qaeda är en möjlig interaktion mellan enskilda aktörer, organiserad brottslighet och religiösa extremister. En tänkbar händelsekedja skulle kunna vara att den enskilde aktören stjälar radioaktivt material, antingen på eget initiativ eller på annans uppdrag. Materialet säljs vidare till organiserad brottslighet och en ny transaktion görs med extremister som har tillgång till exempelvis opium eller vapen.

Enskilda aktörer, sympatisörer till extremistiska grupper och organiserad brottslighet finns alla representerade i Sverige. Även om det inte är särskilt sannolikt att ett attentat inträffar i Sverige finns ändå en viss risk, kanske särskilt från en enskild aktör. I övrigt kan man tänka sig att vårt land används som smuglingsväg eller transitland och att ett sabotage inträffar under transporten eller att vissa radioaktiva ämnen p.g.a. dåligt skydd kan vara stöldbegärliga.

3.1.1.5 MOTIV OCH MÅLVAL

För en aktör måste det finnas ett motiv för att hota med eller använda en smutsig bomb eller primitiv kärnladdning. Sett i ett perspektiv med tidigare genomförda R⁵-, B- och C-incidenter finns några tänkbara motiv.

- Ett motiv kan vara hot om användning i syfte att idka utpressning eller påtryckning av något slag, t ex ekonomisk utpressning, att åstadkomma politiska förändringar eller krav att fängslade gruppmedlemmar ska frigges. I de här fallen

⁵ R betecknar radiologiska incidenter där radioaktiva ämnen är involverade. Skall jämföras med N som innefattar nukleära incidenter dvs. där kärnklyvning är involverad.

kan man tänka sig att aktören antingen är ägare av en smutsig bomb eller genomför ett tomt hot.

- Andra motiv kan vara att skapa oro och osäkerhet i samhället, något som genom de senaste årens händelser med 11 september-attentaten och uppgifter om al-Qaeda's NBC-intresse inte är särskilt svårt att åstadkomma. Bara vetskapen om att någon är innehavare av en smutsig bomb skulle orsaka stor oro hos befolkningen och ansvariga myndigheter skulle behöva vidta extra säkerhetsåtgärder vid objekt som kan vara attraktiva för terrorister. Förutom de rent psykologiska effekterna hos befolkningen är detta också något som innebär extra kostnader för samhället.
- Andra vanliga motiv för en aktör är hat eller hämnd. Hatet kan vara riktat mot en viss nation och dess medborgare eller utvalda institutioner och multinationella företag⁶. Grupper agerar ibland också i syfte att hämnas upplevda oförrätter som begåtts mot gruppen som helhet eller enskilda medlemmar.
- Extremistiska grupper har ofta både religiösa och politiska motiv för sina handlingar, ibland i kombination med hat och de kan vara svåra att särskilja.

En viktig fråga utgående från ovanstående ganska generella diskussion är att avgöra vilka aktörer som har både resurser och vilja att använda sig av en primitiv kärnladdning eller smutsig bomb med något av ovanstående motiv.

3.1.1.6 TEKNISK KOMPETENS OCH ÅTKOMST AV RADIOAKTIVT MATERIAL

För en enkel konstruktion av en primitiv kärnladdning krävs ett flertal tekniska kompetenser som kanske inte helt enkelt kan rekryteras eller köpas av en kriminell organisation. En smutsig bomb kräver däremot egentligen inte mer än tillgång till radioaktivt material, sprängämnen och kunskap om materialegenskaper och bombtillverkning. Det bör dock påpekas att man idag inte har tillräcklig kunskap om materialets eventuella partikelbildning vid explosionen, och det är därför svårt att bedöma hur effektiv utspridningen av materialet kan tänkas bli. De allra flesta terroristorganisationer har sprängämneskunskap, något som också kan ses genom det stora antalet bomb- och självmordsattentat som genomförs. Även antalet enskilda aktörer som besitter kunskapen har ökat, mycket genom de lättillgängliga tillverkningsbeskrivningar som finns på exempelvis Internet. Antalet personer som fått utbildning i sprängämnesteknik kan vara stort i länder med allmän värnplikt. Om det dessutom finns människor som är villiga att stjäla och därefter sälja radioaktivt material till olika aktörer är möjligheten att tillverka en smutsig bomb mycket god. Genom de många civila användningsområdena för radioaktivt material blir fördelen för en aktör att allt utgångsmaterial för en smutsig bomb kan införskaffas i den region/nation där ett attentat är tänkt att genomföras. Vid anläggningar där säkerheten är dålig är det naturligtvis lätt att stjäla önskat material, men även vid andra anläggningar verkar det gå att ordna genom insiders i form av anställda, (se avsnitt 3.1.2 och Appendix 3). Även om strålningsriskerna kan vara så höga att de ger upphov till skador har det ju visat sig att vissa aktörer är beredda att riskera sitt eget liv.

⁶ Ett bra exempel på detta är djurrättsorganisationer som inriktat sina attentat mot företag och institutioner som ägnar sig åt djurförsök, pälsdjursuppfödare och vissa livsmedelsproducenter.

Om materialet ska transporteras vidare till en annan nation kan det uppstå problem med hur det ska föras över gränsen. De portalmonitorer och detektionsutrustningar som idag finns vid vissa gränskontroller försvårar naturligtvis möjligheten för en aktör att passera utan att undgå upptäckt. Något som kan vara till nackdel för oss i de nordiska länderna är de långsträckta gränser som utgörs av våra kuster och som av naturliga skäl är svåra att bevaka. Att säkerheten skärps vid vissa gränskontroller är säkerligen något som snabbt blir känt hos aktörer som vill undvika upptäckt.

Systemet för transport av radioaktiva ämnen kan inte heller betraktas som säkert även om alla nuvarande regler följs men fysiskt skydd saknas. Velmotiverade aktörer som skaffat sig god kännedom om vilka typer av transporter som sker, hur och när de görs liksom transportvägarna skulle under hot kunna tvinga till sig ett fordon, alternativt stjäla det eller innehållet i något oöversiktligt ögonblick.

Sammanfattningsvis går det att konstatera att (i ett världsperspektiv) de flesta villkor är uppfyllda för ett användande av en smutsig bomb, nämligen:

1. Det finns aktörer som har en vilja att åstadkomma skada hos människor, både fysiskt och psykiskt, att sprida oro och osäkerhet i samhället samt att orsaka ekonomisk skada.
2. Förmågan/kunskapen om tillverkning finns eller är relativt lätt att skaffa sig.
3. Utgångsmateriel går att komma över.

Att smutsiga bomber inte kommit till användning kan tyckas en aning besynnerligt med tanke på att de övriga villkoren är uppfyllda. Vad det beror på är svårt att bedöma och skiftar säkert mellan olika aktörer, men några skäl skulle kunna vara att man är medveten om strålningsriskerna, att det saknas kunskap om vilka radioaktiva ämnen som skulle vara lämpliga eller att attraktiva objekt för en attack numera är så väl skyddade och bevakade att det är svårt att genomföra ett attentat. Alla dessa villkor har kanske helt enkelt - hitintills - inte sammanfallit hos en och samma aktör.

3.1.2 INCIDENTER INOM OCH UTOM SVERIGE

IAEA:s Illicit Trafficking Data Base som upprättades 1993 omfattar 662 inträffade händelser med strålkällor eller kärnämne fram till 2003-06-30. Av dessa har ungefär tre fjärdedelar bekräftats av det land där händelsen sägs ha inträffat. Deltagandet i rapporteringen till denna databas är frivilligt och antalet deltagande länder har vuxit från inledningsvis ca 30 till 75 länder idag (juni 2003). De flesta av de dokumenterade fallen rör radioaktiva strålkällor och inte klyvbart material avsett för kärnvapenframställning. I de fall hantering av klyvbart material av vapenkvalitet avslöjats har kvantiteterna oftast varit små (något eller några gram).

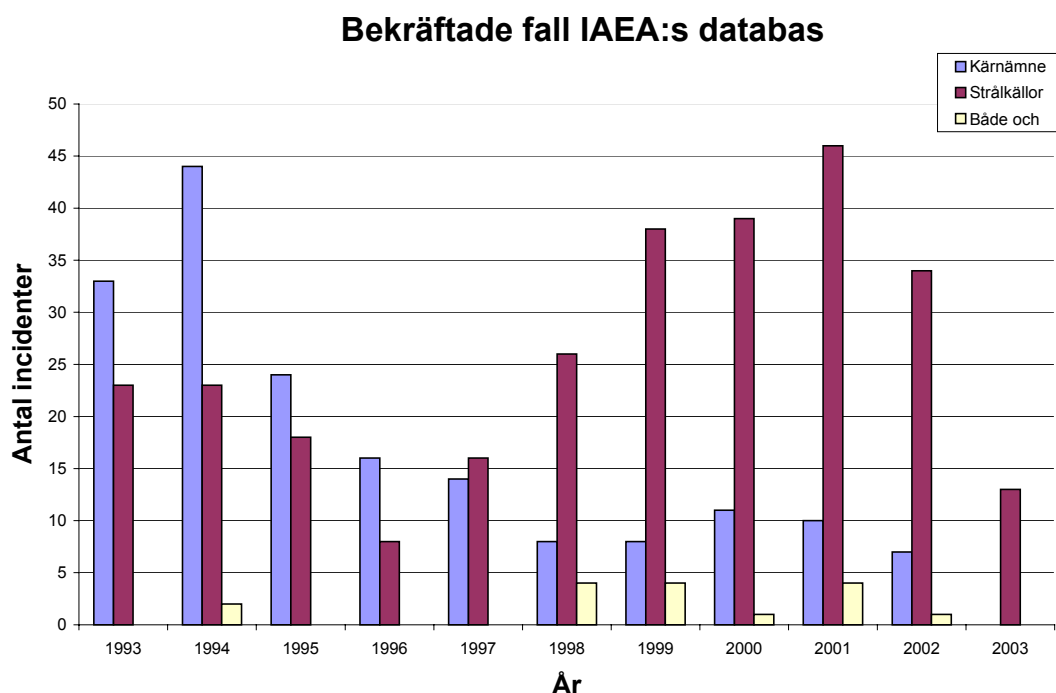
Tabell 2. Analys av rapporterade incidenter i IAEA:s Illicit Trafficking Data Base under perioden 1993-01-01 – 2003-06-30

Land	Totalt antal fall (varav bekräftade)	Stölder	Dumpning eller förlust av material	Otillåtet Innehav	Otillåten överlåtelse eller försäljning
Sverige	1 (1)				1
Norge	2 (2)	1			
Danmark	0				
Finland	1 (1)				1
Estland	14 (14)	1		2	5
Lettland	5 (5)		1	1	1
Litauen	22 (21)	3	7	5	6
Polen	18 (17)	1	3	2	10
Tyskland	92 (87)	6	16	23	14
Storbritannien	8 (3)		3	1	1
Ryssland	125 (47)	35	10	12	24
Vitryssland	16 (15)	3		1	6
Övriga Europa	247 (198)				
Resterande	111 (62)				
Summa	662 (473)				

I takt med att gränserna öppnats efter det kalla krigets slut har problemet med smuggling och handel av radioaktiva ämnen vuxit. Antalet avslöjade försök med kärnämne har de senaste åren minskat något medan rapporteringen kring strålkällor har varierat en del i tiden med en topp år 2001. Om minskningen vad gäller kärnämne beror på att handeln verkligen minskat eller på att de inblandade blivit mer förslagna går dock inte att bedöma. Figur 7 antyder en topp i rapporter som rör strålkällor år 2001. I takt med att fler rapporter kommer in till databasen förändras troligen siffrorna för 2002 och helt säkert för 2003 där endast rapporter inkomna under årets första sex månader finns med. Att antalet rapporter kring strålkällor kraftigt ökar kan förklaras med deras ökade betydelse i denna typ av rapportering samt att allt fler länder lämnar uppgifter till databasen.

Kriterierna för vad som skall rapporteras till databasen är idag inte tillräckligt tydliga så många relevanta incidenter rapporteras inte in. Detta medför också att tröskeln för vad som rapporteras till IAEA varierar mellan olika länder och man ska därför inte dra långtgående slutsatser av de absoluta talen i databasen. IAEA lägger även in fall utifrån rapporter i media och utan att någon rapport från incidentlandet inkommit. Detta görs dock först när IAEA fått händelsen bekräftad på annat sätt.

I IAEA:s databas finns totalt 473 bekräftade incidenter. I 188 av dessa fall har kärnämne hanterats olagligt. Motsvarande siffra för strålkällor är 289 fall. I femton fall har både kärnämne och en eller flera strålkällor påträffats. Säkerheten vid nukleära anläggningar är mycket hög över hela världen jämfört med säkerheten beträffande hanterandet av strålkällor som är synnerligen varierande. Vissa länder saknar t.ex. centrala register över förekomst av strålkällor och generellt kan sägas att hotet i form av stulna strålkällor tidigare till stor del negligerats över hela världen trots olyckor som den i Goiânia, Brasilien 1987 (se Appendix 3).



Figur 7. Bekräftade incidenter av kärnämne och strålkällor som rapporterats till IAEA:s databas under åren 1993 t.o.m. juni 2003.

Sverige har bara gemensamma landgränser med Finland och Norge. Idag kan man dessutom köra bil till Danmark över Öresundsbron. Om man även räknar in de länder som har färjeförbindelse till Sverige (se tabell 3) ökar antalet grannländer till nio. Situationen i dessa nio grannländer har analyserats vad beträffar händelser inrapporterade till IAEA:s databas. Utöver dessa nio länder har också situationen i Ryssland och Vitryssland analyserats eftersom de gränsar till flera av de grannländer vilka vi har väg- eller färjeförbindelse till.

Tabell 3. Länder från vilka man kan trafikera Sverige via färjeförbindelse.

Land	Färjeförbindelser
Danmark (4)	Rønne-Ystad, Helsingør-Helsingborg, Frederikshavn-Göteborg, Grenå-Varberg
Estland (3)	Tallinn – Stockholm, Tallinn – Västervik, Paldiski-Kapellskär
Finland (7)	Åbo-Stockholm, Åbo-Kapellskär, Vaasa-Umeå, Mariehamn-Stockholm, Mariehamn-Kapellskär, Helsingfors-Stockholm, Eckerö-Grisslehamn
Lettland (3)	Riga-Nynäshamn, Ventspils-Nynäshamn, Liepāja-Karlshamn
Litauen (1)	Klaipėda-Karlshamn
Norge (3)	Sandefjord-Strömstad, Oslo-Helsingborg, Kristiansand-Göteborg
Tyskland (5)	Travemünde-Trelleborg, Travemünde-Malmö, Sassnitz-Trelleborg, Rostock-Trelleborg, Kiel-Göteborg
Polen (4)	Swinoujście-Ystad, Gdynia-Karlskrona, Gdansk-Nynäshamn, Gdansk-Trelleborg
Storbritannien (1)	Newcastle-Göteborg

Sammanfattningsvis kan sägas att när det gäller fall där strålkällor eller kärnämne stulits, otillåtet innehafts eller överlåtits har endast två händelser med anknytning till Sverige rapporterats till IAEA:s databas. Det gäller dels ett smugglingsförsök av Cs-137 från Estland till Sverige under 1993, som två svenska män låg bakom, dels en neutronkälla som påträffades i metallskrot 1999. Förutom detta finns rapportering om

två stölder från tågtransporter under nittioalet och en stöld av mätutrustning från ett byggföretag. I alla tre fallen kunde materialet återfinnas (se Appendix 2). Oavsiktliga incidenter beskrivs ytterligare i avsnitt 3.2.

I de nordiska länderna har relativt få kriminella fall associerade med strålkällor/kärnämne rapporterats. Eftersom bilden är densamma i Finland, Norge, Danmark och Sverige finns det anledning att tro att bilden av få incidenter är sann och mörkertalet troligen litet. Att döma av de avsiktliga incidenter med strålkällor/kärnämne som avslöjats i Sveriges närhet har smuggelvägen från de forna sovjetstaterna till Centraleuropa främst gått på den östra och södra sidan av Östersjön. Det faktum att relativt många smugglingsförsök avslöjades i Centraleuropa under åren 1993-1995 och sedan dess legat på en betydligt lägre nivå – främst när det gäller kärnämne – tyder antingen på att intresset från de kriminella för den sortens affärer svalnat, åtkomsten kan ha blivit svårare eller att smugglarna nu trafikerar länder där kontrollen är sämre. Etablerandet av strålningsmonitorer vid gränskontrollerna i Östeuropa har säkert bidragit till att stärka denna tendens.

En ytterligare bidragande orsak till att antalet fall varit litet på senare år är säkerligen att marknaden för strålkällor/kärnämne är liten, eller troligare snarast obefintlig, i Nordeuropa. Få kriminella element torde vilja befatta sig med strålkällor/kärnämne eftersom intresserade köpare knappast står i kö. Enbart intresse räcker knappast för att hålla igång en marknad. Det krävs även pengar, förmodligen stora pengar, för att hålla liv i en marknad för strålkällor/kärnämne. Det är svårt att tro att det skulle finnas grupper eller enskilda som svarar mot båda dessa kriterier i Sverige eller dess närhet. Hotet mot Sverige när det gäller terrorattentat bedöms fortfarande vara lågt. Att material för användning i terrorsammanhang utomlands kan tänkas transporteras genom Sverige är dock en möjlighet – speciellt då vår egen detektionskapacitet vid gränskontrollerna i princip är obefintlig. Det är också möjligt att material som stjäls i Sverige smugglas ut ur landet.

Hotet mot Sverige att bli transitland för strålkällor/kärnämne bedöms dock som relativt litet, men skall på grund av de potentiellt allvarliga konsekvenserna inte underskattas. Kraftfulla avskräckande motåtgärder i form av monitorer och utbildning för inblandad personal är säkerligen det effektivaste sättet att fortsatt hålla antalet fall på en önskvärt låg nivå.

Här följer en genomgång av de elva⁷ länder som analyserats.

Sverige: Det fall som Sverige inrapporterat till databasen rör en neutronkälla (Am-241/Be) på 2,2 GBq som i december 1999 hittades i metallskrot. Under nittioalet har det dessutom skett åtminstone tre stölder av radioaktiva preparat som inte rapporterats till IAEA:s databas (se Appendix 2).

Estland: Under åren 1993-95 gjordes i Estland fyra relativt stora beslag av strålkällor innehållande Cs-137; 0,26, 1,6, 1,8 och 3,1 TBq. Under denna period förolyckades även en person i Estland till följd av akut strålsjuka efter att ha stulit en strålkälla. Av de fjorton fallen i IAEA:s databas rörde nio fall Cs-137, två fall Co-60, ett fall Ra-226 och två fall utarmat eller låganrikat uran. De män som avslöjades med att inneha 3,4 MBq radium hade begärt 3 miljoner dollar för det radioaktiva ämnet.

⁷ Inget fall har inrapporterats från Danmark.

Det mest intressanta fallet ur svensk synpunkt rör de två svenska män som försökte smugla en 28 kilos blybehållare innehållande 66 GBq Cs-137 till Sverige och greps när de skulle gå ombord på färjan till Sverige.

Lettland: De fem fall som rapporterats från Lettland är av senare dato: 1996-2003, och visar inget tydligt mönster. Två av beslagen har skett i hamnen i Liepaja. De källor som beslagtagits är två svaga Cs-137-källor, en 13 GBq Pu/Be neutronkälla, 20 GBq Am-241, 147 gram naturligt uran samt 100 rökdetektorer innehållande plutonium.

Litauen: Närvaron av kärnkraftverket i Ignalina har gjort att bland de 22 rapporterade fallen dominerar fall där låganrikat uran varit inblandat. Under 1992 försvann från Ignalina flera hundra kg låganrikat uran (färskt kärnbränsle) med en anrikningsgrad av 2 eller 4 % och troligen härrör de flesta av beslagen från detta uran. I tio av totalt tjugotvå fall var sådant uran inblandat. Totalt har det rört sig om mer än 200 kg. Tre av de tjugotvå fallen rör utarmat uran (totalt 170 kg), ett fall 11 kg naturligt uran och ett fall 150 gram höganrikat uran (50 %). Av de övriga sju fallen rör två fall ospecificerad radioaktiv kontaminering av skrot, i två andra fall har skrot varit kontaminerat med Sr-90 och i ett tredje fall med Ra-226. Dessutom har ett försök till försäljning av en liten kvantitet Cs-137 samt förlust av en rökdetektor innehållande plutonium rapporterats.

Det kan konstateras att den litauiska gränskontrollen troligen fungerat bra under de senaste fem åren då många av fallen med kontaminerat skrot avslöjats. I det här fallet ska det nog snarare ses som en fjäder i hatten än ett problem för Litauen att man har relativt många fall i databasen.

Det fall som i IAEA:s databas klassificeras som gällande 150 gram höganrikat uran kräver en noggrannare beskrivning. Enligt uppgifterna i databasen utgjorde uranet en kontaminering av 141 kg beryllium i ett parti på totalt 4,4 ton beryllium, som de litauiska myndigheterna beslagtogs i maj 1993 på två banker i Vilnius och Kaunas. Berylliet kom från Obninsk i Ryssland och det är möjligt att Nordkorea var tänkt som slutdestination för den minst sagt ljusskygga affären där bl.a. en karateklubb i Moskva stod som ekonomisk garant för partiet. Föga överraskande var karateklubben upplöst kort tid efter beslaget. Efter påtryckningar från Moskva tvingades Litauen lämna tillbaka det icke-kontaminerade berylliet till Ryssland eftersom det saknades laglig grund i den litauiska rättsbalken för åtgärder mot innehav av beryllium. I historien fanns också en uppgift om 9 kg cesium som aldrig påträffades.

Storbritannien: Av de åtta fallen i Storbritannien har endast tre fall bekräftats av brittiska myndigheter. Alla tre fallen inträffade 1998 och gäller 2 GBq Cs-137 från Sydafrika, en Am/Be neutronkälla från Georgien (1,85 GBq) och urankontaminerat metallskrot från Ryssland. Urankontamineringen utgjordes av ca 4 % låganrikat uran och var på 12 kBq.

De obekräftade fallen har i tre fall gällt uran och i ett fall plutonium. I det femte fallet anges inget ämne.

Norge: Ett av de två norska fallen i IAEA:s databas rör stölden av 1,4 TBq Ir-192 och dess strålskydd bestående av 11 kg utarmat uran. Strålkällan försvann i juli 1999 och återfanns i närheten av den plats där den stulits tre och en halv månader senare. I det

andra fallet handlade det om upptäckten av 2 MBq Am-241 vid ett aluminiumsmältverk. Strålkällan hittades i aluminiumskrot från Grekland.

Finland: I augusti och september 1993 arresterades sammanlagt åtta personer från Finland, Estland, Ryssland och Tyskland i Helsingfors. I samband med arresteringarna beslagtogs mellan 0,05 och 0,1 ng Cf-252 i Finland (se annan uppgift i kap. 4.1.2) och 6,5 mg Cf-252 i Tyskland. Det radioaktiva ämnet troddes härstamma från Tomska i Ryssland och hade smugglats via Estland och Finland till Tyskland. I mitten på september arresterades en nionde person, en tysk affärsman som uppenbarligen var uppdragsgivaren.

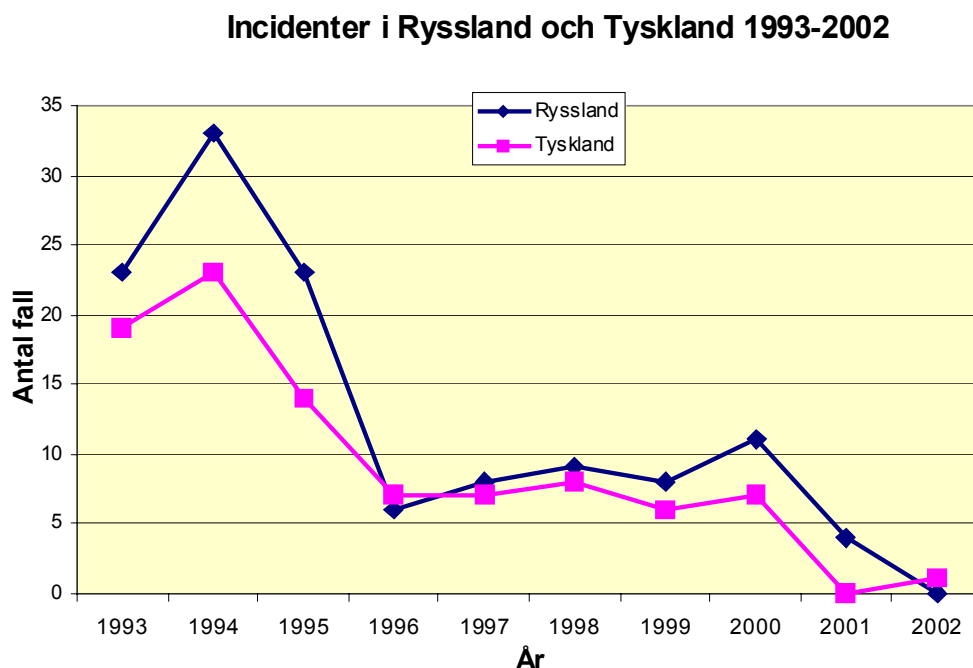
Polen: De polska myndigheterna har sedan 1998 avslöjat flera försök att föra in radioaktivt skrot. Åtminstone fyra sådana fall finns i databasen. Dessutom har också smuggling alternativt otillåten införsel av radioaktiva ämnen avslöjats vid gränsposteringar. Redan 1993 avslöjades ett försök att föra in en mindre kvantitet Sr-90. Tre liknande fall under de följande åren rörde också små kvantiteter Sr-90. Två andra fall som uppdagats vid gränsposteringar rör beslagen av dels 37 GBq Cs-137, dels ett radioaktivt krucifix. Fem fall av beslag av naturligt, utarmat eller låganriktat uran har också gjorts i Polen.

Vitryssland: Sexton beslag av radioaktivt material har gjorts i Vitryssland. Åtta av dessa har rapporterats de senaste två åren vilket möjligen pekar på att detektion och följande rapportering till IAEA fungerar allt bättre i landet. Med undantag av ett fall som rörde ett upphittat bränsleelement har samtliga fall de senaste åren rört relativt svaga strålkällor.

Tre av de tidigare beslagen rör sammanlagt åtta Cs-137 strålkällor à 74 Gbq där det förefaller som Vitryssland utgjorde transitland. Ett fjärde fall gällde en liten (2,8 GBq) Cs-137 källa. I tre av de övriga fallen har beslagen gällt uran, i två fall utarmat och i ett fall naturligt uran, i kilokvantiteter. Det åttonde beslaget gällde 18,5 GBq Ir-192.

Ryssland: Av de 125 rapporterade incidenterna i IAEA:s databas har Ryssland endast bekräftat 47. Detta ger en större osäkerhetsgrad beträffande ryska incidenter än incidenter i de flesta andra länder. Merparten av de rapporterade incidenterna daterar sig till åren 1993-95. Därefter har frekvensen i antalet rapporter mer än halverats (se figur 8). Det kan noteras att det ofta föreligger ordentliga förseningar för tidpunkten för inrapportering. Därför kan troligen fler fall tillkomma i databasen när det gäller de senaste åren.

Om man ser till typen av ämnen som rapporterats vara på drift är det fyra som dominerar. Ungefär en tredjedel av incidenterna (39 fall) har rört Cs-137. Naturligt uran förekommer i 26 av rapporterna, icke-identifierade strålkällor nämns i 22 rapporter och i 10 rapporter förekommer låganriktat uran med en anrikningsgrad av 2,3 eller 3,6 %. Övriga ämnen som nämns i rapporterna är: Cf-252, Po-210, Sr-90, Co-60, Ir-192, Ra-226, plutonium, höganriktat uran, utarmat uran och tallium.



Figur 8. Jämförelse mellan antalet fall i Ryssland och Tyskland som rapporterats till IAEA:s databas.

De ur spridningssynpunkt mest allvarliga incidenterna rör höganrikat uran (fyra fall) och plutonium (fyra fall). Endast två av incidenterna är bekräftade av Ryssland. I båda fallen rör det sig om höganrikat uran som kommit på avvägar. I det ena fallet fördes 3 kg höganrikat uran av vapenkvalitet (90 %) ut från en av atomenergiministeriets fabriker i Moskvaregionen och i det andra fallet stals 1,7 kg uran med en anrikningsgrad av 21 % vid en fabrik utanför Moskva. Fler detaljer beträffande dessa fall återfinns i Appendix 3.

Ett fall som inträffat detta år och därmed inte hämtats från IAEA:s databas visar att Sr-90-innehållande generatorer (RTG) också kan dyka upp i Sveriges närområde. En sådan hittades i mars 2003 nära Finska Vikens södra strand ungefär 100 km från den finska kusten och kom från en närbelägen rysk fyr. De delar av generatorm som bestod av aluminium och stål hade stulits och det radioaktiva materialet i sin inneslutning hade lämnats på isen [6].

Värmen från den kraftiga betastrålningen gjorde att isen smälte och strålkällan sjönk till botten på någon meters djup. Strålkällan är så kraftig att det är sannolikt att tjuven eller tjuvarna hann få livshotande strålskador av hanteringen. Vid vattenytan var dosraten 300 mSv/h [7]. Enligt den ryske fysikern Oleg Bodrov som informerade finska myndigheter i mitten på april har Ryssland ett hundratal fyror av denna konstruktion i Finska Viken. Enligt sagesmannen ska en liknande stöld ha ägt rum under 1999. På förfrågan från finska Strålsäkerhetscentralen bekräftade den ryska strålskyddsmyndigheten att händelsen inträffat.

Tyskland: Av totalt 91 incidenter i databasen har den tyska staten bekräftat 86 fall. Tidpunkterna för de tyska incidenterna följer väl fördelningen i tid av de ryska incidenterna (se figur 8). Det betyder att 56 av de 91 fallen inträffade under åren 1993-

1995. Under åren 1996-2000 inträffade i snitt sju fall per år, dvs en minskning med mer än 60 % jämfört med perioden 1993-95.

De ämnen som avslöjats i de tyska incidenterna är Cs-137 (16 fall), naturligt uran (15 fall), Co-60 (13 fall), låganrikat uran (9 fall) och Ra-226 (9 fall). Det är anmärkningsvärt att plutonium påträffats i sju av de tyska fallen. Andra ämnen som förekommit i de tyska beslagen är Cf-252, Kr-85, Cd-109, Pb-210, Am-241, Sr-90, Fe-55, höganrikat uran, utarmat uran och torium.

Sex av de åtta beslagen av klyvbara ämnen gjordes under 1994. Tre av dessa beskrivs närmare i Appendix 3. Vid ett av dessa beslag, på Münchens flygplats, gjorde det största beslaget av plutonium (363,4 gram) i världen hittills. Vid fem av beslagen 1994 var förövarnas syfte helt klart att tjäna pengar på att sälja de radioaktiva ämnena. I tre av dessa fall rörde det sig om kvantiteter av plutonium och höganrikat uran som var mindre än ett gram. Två av de åtta beslagen gällde apparater som innehöll plutonium och som ryska militärer lämnat efter sig i Tyskland. Det åttonde fallet inträffade i december 2000 när en anställd vid uppdragsanläggningen i Karlsruhe avslöjades med att ha stulit små mängder plutonium på sin arbetsplats.

3.1.3 RESULTAT FRÅN PILOTSTUDIE I STOCKHOLMS FRIHAMN

För att ha möjlighet att avslöja smuggling – och även oavsiktlig införsel – av radioaktivt material och kärnämne är det nödvändigt att använda sig av portalmonitorer för skanning av fordons- och persontrafik. Som framgår av denna rapport så har ett flertal länder i Europa erfarenhet av sådan utrustning sedan flera år. I Sverige har däremot arbetet med detta gått trögt, och fortfarande finns inte en enda stationär mätutrustning för radioaktiva material vid Sveriges gräns. Som ett led i detta arbete genomfördes under 2002-2003 en pilotstudie med en portalmonitor i Stockholms Frihamn. Pilotstudien genomfördes med följande mål:

- Att få en uppfattning om frekvensen av otillåten införsel av radioaktivt material och kärnämne.
- Att utforma rutiner för åtgärder då radioaktivt material påträffas vid en gränskontroll. Det faktum att ansvaret och kompetens är uppdelat på flera myndigheter gör det extra viktigt att sådana rutiner utformas.
- Att få ökad teknisk kompetens på området.
- Att förbättra tullpersonalens kompetens inom området radioaktiva material.

En detaljerad beskrivning av studiens genomförande och resultat kommer att redovisas i en separat rapport. Här ges endast en kort sammanfattning.

Projektet genomfördes under maj 2002 till maj 2003. Utgående från respektive myndighets (SKI och SSI) ansvarsområde upprättades rutiner för hur tulltjänstemännen skulle agera beroende på vad som påträffas vid ett beslag. Därefter utbildades ett femtiotal tulltjänstemän i hotbild, rutiner och strålskydd. Dessutom genomfördes praktiska övningar i fordonsvisitation. Pilotförsöket omfattade användning av både handburet identifikationsinstrument och portalmonitor. Det portabla instrumentet användes för att lokalisera och identifiera strålkällan i händelse av larm från portalmonitorn. Portalmonitorn som är tillverkad av Bicron (USA) och det portabla

identifikationsinstrumentet tillverkat av Target (Tyskland), tillhandahölls utan kostnad under mätperioden av Gammadata AB i Uppsala respektive Accede AB i Glumslöv.

Då uran och plutonium till skillnad från de flesta övriga radioaktiva material även avger neutroner är neutronteknik central för att kunna spåra kärnämne. Därför valdes en portalmonitor med kapacitet att mäta både gamma- och neutronstrålning. Utrustningen placerades för att mäta samtliga lastbilar som passerade gränskontrollen. Under testperioden inkom en bilfärja från Tallinn varje dag, och sammanlagt passerade cirka 5 000 lastbilar mätsystemet under en sexmånadersperiod.

Under mätperioden registrerades tre riktiga larm (larmade även vid ommätning). Två fall var konstaterad naturlig radioaktivitet (kontaminerad ved och en last med kalium). Vad som orsakade det tredje larmet är okänt, då bilen släpptes iväg för tidigt. Vid två av larmen agerades det inte enligt instruktionerna, varken av tullen och tjänstgörande strålskyddsinspektör vid SSI. Detta betonar vikten av ytterligare utbildning och övning.

Det relativt begränsade antalet fordon, dels beroende på den låga båttrafiken under mätperioden, dels beroende på att endast lastbilar studerades, medger inte en heltäckande analys av hotbilden. Man kan dock konstatera att larmfrekvensen stämmer väl med tidigare försök, exempelvis den av IAEA genomförda ITRAP-studien⁸ vid österrikisk-ungerska gränsen [8].

Under ITRAP-studien larmade detektorerna för kontaminerat skrot i genomsnitt en gång per 6 300 passerande fordon, vilket är en larmfrekvens jämförbar med vår studie. Det skedde också ungefär en laglig transport av radioaktivt material och en transport av radioaktiva jordbruksprodukter per 6 300 passerande fordon. Dessutom larmade detektorer vid ungefär var hundra passerande lastbil p.g.a. naturligt radioaktiva material såsom konstgödsel, keramiska material, glödlampor, TV-apparater etc. Att vår genomförda pilotstudie ej hade denna frekvens av larm för naturligt förekommande material beror antagligen på att denna typ av last ej är så vanlig i Stockholms Frihamn.

Pilotförsöket gav dock en väsentligt ökad kunskap hos de inblandande myndigheterna om mätinstrumentens prestanda. Försök visade att instrumentet klarar av att detektera relativt små mängder naturlig radioaktivitet, samt även små kvantiteter låganrikat uran. Vidare gav försöket värdefull erfarenhet om hur larm skall hanteras, vilken utbildning som krävs för att kunna hantera utrustningen, samt hur rutiner bör utformas.

3.1.4 SÄKERHETEN VID FÖRVAR OCH ANLÄGGNINGAR

För att förhindra att radioaktivt material eller kärnämne hamnar på avvägar eller används för otillåtna ändamål måste åtgärder i första hand vidtas för att förhindra att materialet otillåtet lämnar den anläggning där det framställs, förvaras, eller hanteras. För Sveriges del är både den nationella och internationella säkerheten av vikt – d.v.s. att förhindra att material från såväl våra egna anläggningar som andra känsliga anläggningar runt om i världen kommer på avvägar.

⁸ ITRAP = Illicit Trafficking Radiation detection Assessment Program.

En god säkerhet krävs under det radioaktiva materialets hela livscykel, dvs. vid all hantering och förvaring. Det bör påpekas att även det skrotade materialet ofta måste hanteras och förvaras säkert då det är radioaktivt långt efter sin användbara livslängd. Det bör noteras att de följande avsnitten behandlar kärnämne och radioaktivt material separat.

3.1.4.1 HANTERING AV RADIOAKTIVT MATERIAL I SVERIGE

I Sverige finns idag flera tusen strålkällor, varav ett hundratal är starkare än 100 GBq, vilket ungefär motsvarar de strålkällor som beskrivs under IAEA:s kategori 1-4 (tabell 1 och figur 4). Det är ett fyrtiotal slutna strålkällor som hanteras i Sverige som hamnar i IAEA:s kategori 1 och ungefär lika många som tillhör kategori 2. Med antal strålkällor menas här antalet apparater som innehåller strålkällor. Vissa bestrålningsapparater kan nämligen i sig innehålla hundratals små strålkällor.

I Sverige är det SSI som ansvarar för strålskyddet och därmed för tillstånd för hanteringen av radioaktiva ämnen och strålkällor. De krav som idag finns för hantering, transport och förvar av materialet beskrivs i ett antal lagar, förordningar och föreskrifter [9,10,11,12,13]. Det huvudsakliga syftet med dessa författningar är att förhindra skadlig verkan av strålning på människor, djur och miljö och se till att det finns ett fullgott strålskydd. Kraven på fysiskt skydd av materialet för att förhindra stöld är idag inte det primära syftet och har tidigare inte ansetts vara av större vikt då man mest fokuserat på det personliga strålskyddet. I föreskrifterna om slutna och öppna strålkällor finns följande instruktioner om hur källorna skall förvaras:

1. Strålkällor skall förvaras inlåsta så att de inte är åtkomliga för obehöriga.
2. Portabel utrustning som innehåller sluten strålkälla skall förvaras stöldsäkert.

Ett strålskydd kan p.g.a. sin tyngd (från tiotals kg till ton) delvis anses ge ett visst fysiskt skydd, d.v.s. förhindra att materialet kan hamna på avvägar eftersom strålkällan blir svår att transportera. I vissa starka strålkällor kan den radioaktiva isotopen i strålkällan anses vara självskyddande, dvs. dess stråldos förhindrar människor att vilja komma i kontakt med materialet. I dagens läge då det har visat sig finnas grupper och organisationer som är beredda att offra livet för att nå sina syften kan inte längre stråldosen från starka strålkällor anses avskräcka alla aktörer från att förvärva materialet. Kontrollen av strålkällor och andra radioaktiva material har dessutom hittills inte varit lika god som för kärnämne, men nya krav och riktlinjer har tagits fram av IAEA och ett nytt EU-direktiv diskuteras för närvarande (se avsnitt 4.2).

Enligt IAEA:s kategorisering av strålkällor så är det strålkällor med störst risk att orsaka permanenta skador eller dödsfall som bör ha den högsta säkerheten [1]. Strålkällor i kategori 1 bör således ha ett bättre fysiskt skydd än de i kategori 2 etc. (se tabell 1 och figur 4). Det bör dock påpekas att det ur ett socioekonomiskt perspektiv också kan vara viktigt med ett gott fysiskt skydd av strålkällor i lägre kategorier, något som IAEA inte tar med i bedömningen vid kategoriseringen.

IAEA har också utarbetat riktlinjer för på vilket sätt strålkällorna i de olika kategorierna skall förvaras och hanteras säkert [14]. De säkerhetsåtgärder som IAEA föreslår kan inte skydda mot alla påtänkliga scenarier, men kan dock göra det svårare för eventuella aktörer att få otillbörlig tillgång till materialet. De åtgärder man vidtar skall bidra till att

förhindra, upptäcka och fördröja otillbörlig tillgång till materialet. Säkerhetsåtgärder måste också balanseras mot att strålkällorna måste gå att hantera praktiskt i sitt användningsområde. IAEA föreslår olika nivåer av säkerhetsåtgärder för strålkällorna i de olika kategorierna och de beskrivs kortfattat nedan.

Kategori 1

Strålkällan skall förvaras i en låst, fast behållare i ett låst förvaringsutrymme där endast behörig personal har tillträde. Man skall snabbt kunna upptäcka om obehöriga får tillgång till eller flyttar strålkällan och snabbt kunna agera för att förhindra att strålkällan i så fall stjäls. Under användning bör strålkällan vara låst i ett kontrollerat område dit obehörig personal inte har tillträde. Området skall övervakas mot intrång antingen av vaktpersonal eller med hjälp av elektronisk utrustning. Hela anläggningen bör dessutom ha vakter som snabbt kan agera vid inträngs- eller stöldförsök.

Kategori 2-3

Dessa strålkällor skall också förvaras i låsta, fasta behållare i ett låst förvaringsutrymme där endast behörig personal har tillträde. Man skall också kunna upptäcka om obehöriga får tillgång till eller flyttar strålkällan, men skillnaden jämfört med kraven för kategori 1 är att det inte krävs att man skall ha beredskap att snabbt kunna agera om detta sker. Vid användning skall strålkällan hanteras i ett låst rum eller kontrollerat område dit endast behörig personal har tillträde. Strålkällan skall också övervakas kontinuerligt. För portabla strålkällor kan det vara svårt att alltid följa dessa krav. IAEA föreslår då att man får kompensera det med att ha övervakningspersonal eller videokameror samt att det bör finnas viss beredskap att agera vid eventuella incidenter. Så fort som möjligt efter användning återgår man till normalkraven.

Kategori 4

Även dessa strålkällor skall förvaras i låsta, fasta behållare i ett förvaringsutrymme där endast behörig personal har tillträde. Under användning bör man antingen ha behörig personal som hanterar strålkällan inom ett kontrollerat område eller att strålkällan är säkert innesluten och att personal finns tillgänglig som kan upptäcka om någon försöker stjäla strålkällan. Allmänna beredskapsplaner bör vara tillräckliga för att hantera eventuella incidenter med strålkällor i denna kategori.

Kategori 5

Säkerhetsåtgärderna för dessa strålkällor skall vara tillräckliga för att strålkällan skall kunna användas säkert. De säkerhetsåtgärder som ägaren vidtar för att skydda strålkällan som varandes en av företagets övriga tillgångar anses vara tillräckligt för strålkällor i denna kategori. Personal som skall hantera strålkällorna skall vara godkända som behörig personal.

Kraven vi har i Sverige när det gäller fysiskt skydd av strålkällor är idag inte av den omfattning som beskrivits ovan. Under denna studie har vi inte haft till syfte att göra en fullständig kartläggning över hur svenska tillståndshavare följer de riktlinjer och krav som idag finns utfärdade. SSI utför regelbundet sådana inspektioner. Vårt intryck är att efterlevnaden av de krav som idag finns i stort är tämligen god. Vår avsikt med studien har främst varit att bedöma om de krav och riktlinjer som idag finns för hantering av radioaktivt material är tillräckliga för att fysiskt skydda materialet från stöld eller annan otillåten hantering.

Med utgångspunkt från de besök och intervjuer vi gjort vid några anläggningar samt studier av relevant dokumentation är vår bedömning att det fysiska skyddet i Sverige när det gäller strålkällor och radioaktivt material idag ofta inte är tillräckligt för att förhindra stöld eller otillbörlig tillgång. Även om sannolikheten för att så sker är relativt liten så är de potentiella konsekvenserna så stora att den resulterande risken blir betydande. De förslag till säkerhetsåtgärder och krav på fysiskt skydd som IAEA publicerat och som redogjorts för ovan bör därför snarast införas i Sverige.

Förutom den generella skärpningen av kraven för det fysiska skyddet som IAEA beskriver i sina dokument så har vi under vår studie identifierat några extra känsliga moment i hanteringskedjan som kan vara värda att belysa ytterligare.

Kategori 1

Bestrålningsapparater vid sjukhus och steriliseringsanläggningar är väl inkapslade och dess strålkällor är därför inte lättåtkomliga. Strålkällor med strålskydd är därför mycket tunga och otympliga vilket försvårar eventuell stöld. Vid omladdning av utrustningen sker dock transporter till och från anläggningen med stora aktivitetsmängder. Materialet laddas också ofta på plats vilket kan tänkas öka lättillgängligheten för en eventuell aktör. En del av strålkällorna i kategori 1 är dock så oerhört radioaktiva att en förövre snabbt får en dödlig stråldos om denne försöker stjäla en sådan strålkälla utan strålskydd.

Kategori 2

Annan utrustning, såsom radiografisk utrustning och viss utrustning för cancerterapi, kan vara portabel och utgör ur den synvinkeln en större stöldrisk än de stora bestrålningsapparaterna. Dessa utrustningar innehåller dock mindre mängder radioaktivt material jämfört med strålkällor i kategori 1 och ger därför vid medveten utspridning en begränsad radiologisk skada. Utspridning av mindre mängder radioaktivt material kan dock räcka för att skapa panik och kaos och kan därför ändå anses vara av intresse för vissa aktörer. Denna typ av utrustning är också avsedd att kunna flyttas runt till de platser där kontroll behöver utföras så någon form av fysiskt skydd under användningen är därför också nödvändig.

Kategori 3

Återförsäljare som säljer, monterar och omladdar industriell utrustning innehållande strålkällor kan i vissa perioder inneha ett antal produkter i lager. Detta är ur stöldsynpunkt mer oroande än de industrier som har en eller ett fåtal strålkällor.

3.1.4.2 HANTERING AV KÄRNÄMNE I SVERIGE

Det huvudsakliga användningsområdet för kärnämne (uran) är som bränsle i kärnkraftsreaktorer. Kärnämne (>15 g) hanteras därför i Sverige huvudsakligen på kärnkraftverken samt fyra anläggningar som har anknytning till bränsleproduktion, driften av kärnkraftverken eller forskning. Tillstånden varierar dock vad gäller mängd kärnämne och anrikningsgrad (andel av isotopen U-235).

När det gäller kärnämne så är det SKI som är den ansvariga myndigheten i Sverige och tillstånd krävs från SKI för att hantera kärnämne. Krav på fysiskt skydd för att förhindra stöld av material och sabotage finns som villkor i respektive anläggnings drifttillstånd och även i SKI:s föreskrifter [15]. Kraven på fysiskt skydd av kärnämne är höga och

hantering, förvaring och transport av kärnämne är omgärdade av stor säkerhet då materialet kan användas för kärnvapenframställning. För att materialet skall kunna användas direkt i kärnvapen måste uranet vara höganriktat och sådant material hanteras inte i större mängder i Sverige idag. Kärnbränsle har vanligtvis en anrikningsgrad på 3-5 % och kan endast användas i kärnvapen efter omfattande processering i anläggningar som inte finns inom Sverige. Krav och riktlinjer för fysiskt skydd finns också utfärdade av IAEA (se vidare i avsnitt 4.2).

Hantering, förvaring och transport av kärnämne omgärdas av hög säkerhet och IAEA kontrollerar och inspekterar med jämna mellanrum att innehavet av dessa ämnen inte avviker från deklarerade mängder. Jämfört med många strålkällor är de flesta kärnämnen ingen större hälsofara ur radiologisk synpunkt utan orsaken till de höga kraven på fysiskt skydd som omgärdar kärnämne är deras potentiella användning i kärnvapen. De krav på fysiskt skydd som man nu börjar ställa på strålkällor och radioaktivt material har funnits runt hanteringen av kärnämne sedan länge. Det finns dock några känsliga moment vid hanteringen av kärnämne som vi vill belysa.

Låganriktat uran som har egenskapen att kunna upprätthålla en kedjereaktion i närvaro av ett moderatormaterial – vilket utnyttjas i kärnreaktorer – kan också användas för att orsaka medvetna kriticitetsolyckor motsvarande den som genom grovt slarv inträffade i Tokaimura i Japan [3]. Det bör därför påpekas att låganriktat material, som inte är av direkt intresse i kärnvapensammanhang, trots allt bör bedömas som ett känsligt material på grund av risken för medvetet orsakade kriticitetsolyckor.

När det gäller utbränt bränsle är det så starkt radioaktivt att det kan anses vara av intresse för användning i illegala sammanhang. Även här är dock stråldoserna så höga att bränslet delvis kan anses som självskyddande – för de flesta aktörer. Istället för att stjäla och frakta materialet till en lämplig plats för utspridning kan en aktör med illasinnade syften överväga sabotage mot lager eller transporter av dessa starkt strålande material.

3.1.4.3 HANTERING AV RADIOAKTIVT MATERIAL INTERNATIONELLT

Detta avsnitt inskränker sig till vissa uppgifter om läget i stort samt några uppgifter av speciell relevans avseende Ryssland [16].

Produktion av radioaktiva isotoper sker vid ett hundratal reaktorer världen över. Det är dock endast ett halvdussin företag som har huvuddelen av världsmarknaden vad gäller försäljningen av isotoperna. Dessa företag har i sin tur ett begränsat antal reaktorer som leverantörer i Kanada, Sydafrika, Ryssland, Belgien, Argentina och Nederländerna. USA:s produktion är begränsad men utgör en stor andel av vissa isotoper som är av intresse från spridningssynpunkt.

I Ryssland produceras kommersiella strålkällor främst på följande platser:

- o The Institute of Physics and Power Engineering (IPPE) i Obninsk: två reaktorer
- o The Scientific and Research Institute of Atomic Reactors (SRIAR) i Dimitrovgrad: två reaktorer
- o The Kurchatov Institute i Moskva: en reaktor
- o The Mayak Production Association i Tjeljabinsk: två reaktorer

- o The St. Petersburg Institute of Nuclear Physics (PNPI): en reaktor under byggnad.

Den här använda referensen nämner i annat sammanhang även Leningrads kärnkraftverk som en viktig producent. Rysslands andel av världsmarknaden är ökande, och den relativt stora marknaden för strålkällor är attraktiv för utländska företag som söker kontakt med ryska producenter.

En av de internationellt ledande primära distributörerna är REVISS Services, som är ett ”joint venture” mellan det brittiska Amersham International samt de ryska PO Mayak och Techsnabexport. Företaget bedriver forskning, utveckling och tillverkning i Europa, Nordamerika, Kina och Japan samt har försäljnings- och distributionsnät i de flesta världsdelar. Enligt uppgift exporterade Ryssland 25 % av världsmarknaden för Co-60 år 2000, och Minatom försöker öka denna andel till 40 %.

Endast en bråkdel av de miljontals förekommande strålkällorna bedöms utgöra en väsentlig risk sett i ett terrorismperspektiv. De flesta har begränsningar vad gäller bärbarhet, utspridningsmöjligheter och aktivitetssinnehåll. De strålkällor som bedöms behöva ett ordentligt skydd kan räknas i tiotusental. Genom att reglera hanteringen och säkra denna delmängd kan man signifikant reducera riskerna med kommersiella strålkällor. En viktig del av regleringen är införande av krav på tillstånd för export inklusive krav på att mottagande länder ordnar med ett tillfredsställande skydd. Sverige bör verka för att sådana exporttillstånd införs i EU samt att även andra länder, främst viktiga exportörer, anammar sådana regler.

3.1.4.4 HANTERING AV KÄRNÄMNE INTERNATIONELLT

I detta avsnitt behandlas säkerheten kring kärnämne ur ett internationellt perspektiv i de fall brister i detta arbete kan ha konsekvenser för svensk del. På grund av de befarade riskerna med det nukleära materialet i Ryssland samt Rysslands geografiska närhet till Sverige kommer så gott som uteslutande de ryska förhållandena att diskuteras.

Kontrollen av, och säkerheten runt, kärnvapenstridspetsar och kärnvapenmaterial i Ryssland har länge utgjort en källa till oro ur spridningssynpunkt. Efter Sovjetunionens sönderfall och de efterföljande politiska och socioekonomiska förändringarna försvann mycket av det kontrollsystem som tidigare var en integrerad del av det slutna sovjetiska systemet. Ryssland fick således ärva både en betydande mängd kärnvapenmaterial och en otillräcklig säkerhetskultur. Som exempel på de otillräckliga säkerhetsaspekterna runt kärnvapenmaterialet förekom att säkerhetsvakter endast fick sporadiska löneutbetalningar; larm- och kommunikationssystem förföll utan underhåll eller service, och i ett flertal fall saknades till och med grundläggande skydd som lås [17]. Med ett till råga på allt svåröverskådligt bokföringssystem för kontroll av de faktiska mängderna av kärnämne, fanns goda möjligheter för utomstående, och än mer för personer inne i organisationen, att stjäla material. Vid förvaringsplatser för kärnämne har också som tidigare nämnts ett flertal allvarliga incidenter inträffat [18,19]. T. ex. stals 1993 4,5 kg höganrikat uran (20 % anrikningsgrad) från skeppsvarvet Sevmorput i Murmansk och samma år 1,8 kg höganrikat uran (36 %) från flottbasen Zapadnaya Litsa. Att större mängder inte har beslagtagits på senare tid betyder inte nödvändigtvis att materialet är helt säkrat. Även om situationen idag är bättre än för tio år sedan, kvarstår de fundamentala problemen vid många anläggningar.

Säkerheten runt de ryska operativa kärnvapnen och deras förvaringsplatser kan rent generellt förmodas vara mer tillfredsställande än vid de anläggningar som hanterar nedmonterade kärnvapen eller kärnämne [20]. Dessutom är det inte troligt att terroristorganisationer i första hand försöker komma över intakta stridsspetsar, då själva kärnladdningen ofta är omgiven av ett internt säkerhetssystem (s.k. PAL – Permissive Action Link) för att förhindra icke auktoriserad användning. Taktiska kärnvapen intar dock i viss mån en särställning, då de dels är mindre och därmed lättare att transportera, dels i vissa fall saknar PAL-system. Trots denna risk verkar dock hittills inga ryska kärnladdningar ha kommit på avvägar [21], även om det förekommit uppgifter om motsatsen vad gäller vissa taktiska kärnvapen [22].

Idag beräknas Ryssland inneha någonstans mellan 18 000-25 000 kärnstridsspetsar [23], och därutöver uppskattningsvis 600 ton uran och plutonium som skulle kunna användas för en primitiv kärnladdning om materialet kom i orätta händer [23]. Den sammanlagda mängden användbart kärnvapenmaterial uppskattas till 1 300 ton [17]. Dessutom finns stora okvantifierade mängder av både uran och plutonium för reaktorbruk. Att säkerställa att allt detta material förvaras på ett betryggande sätt och inte kommer på avvägar är av yttersta vikt.

I USA uppmärksammades tidigt de potentiella farorna associerade med ryska kärnvapen och det ryska kärnvapenmaterialet. Under budgetåren 1992-2003 har den amerikanska kongressen totalt allokerat 6,4 miljarder dollar för säkerhetshöjande åtgärder i Ryssland, på den nukleära sidan främst inom ramen för CTR (Cooperative Threat Reduction) och MPC&A (Material Protection, Control and Accounting) [23]. Dessa åtgärder inkluderar både snabba uppgraderingar, såsom nya stängsel och säkrare dörrar, men också mer långsiktiga förbättringar inriktade på sensorövervakning och datorsystem för effektiv bokföring av kärnämne.

Ett lyckat exempel på rysk-amerikanskt samarbete för att förhindra spridning av kärnämne utgörs av stödet till den ryska marinen [24]. Sedan ungefär 1995 har USA samarbetat med det ryska Kurchatovinstitutet för att införa ett MPC&A-system. Mot bakgrund av flera kända försök att stjäla reaktorbränsle bad dåvarande marinchefen Kurchatovinstitutet om hjälp och förklarade sig även beredd att samarbeta med USA, som ett par år tidigare hade initierat det s.k. Nunn-Lugar-programmet (senare kallat CTR, se ovan). Resultatet blev ett samarbete inom det s.k. lab-to-lab-programmet. De aktuella amerikanska nationella laboratorierna tillsatte en kommitté på hög nivå, vilka alltsedan dess handlagt uppkommande frågor; detta anses ha varit en förutsättning för ett gott resultat liksom det förhållandet att Kurchatovinstitutet arbetar oberoende av det ryska atomenergiministeriet Minatom, där misstron mot USA varit betydande. USA har fått tillträde till samtliga marina förråd för reaktorbränsle. År 2001 hade man koncentrerat allt oanvänt bränsle i två förråd, ett för Nordflottan och ett för Stillahavsflottan. Dessa förråd har moderniserats och utvidgats samt fått förbättrat skydd. USA har även bidragit med fysiskt skydd av fordon och servicefartyg som behövs för distribution av reaktorbränsle.

Den ryska marinens förtroende för de amerikanska organ som arbetat med ubåtsbränslet gjorde att samarbetet år 1999 kunde utvidgas till att gälla marinens förråd för kärnstridsspetsar. I början av 2001 hade säkerhetshöjande åtgärder påbörjats vid 41 av totalt 42 vapenförråd. Fysiskt tillträde har tillåtits till ett tiotal förråd, de övriga har betraktats på avstånd. Först år 2007 beräknas dock de ca 4 000 marina kärnstridsspetsarna vara tillfredsställande säkrade.

Det nämnda MPC&A-programmet inkluderar inte produktionen av ubåtsbränsle (som sker vid Elektrostalanläggningen nära Moskva), och inte heller de järnvägstransporter som förflyttar det färska bränslet till marinens förråd. Transporterna omfattas av ett annat stödprogram riktat mot Minatom.

Förutom de ovan nämnda åtgärderna har till dags dato, med hjälp av amerikansk finansiering [17,19,21,23,25]:

- 85 av de 110 byggnader (vid 33 av 36 anläggningar) som förvarar kärnämne för den ryska flottan eller den civila sektorn (forskningsreaktorer m.m.) och anses i behov av ett förstärkt fysiskt skydd fått ett kortsiktigt sådant. (Men endast åtta anläggningar har dessutom fått de mer långsiktiga förbättringarna.)
- 14 av 133 byggnader inom det ryska kärnvapenkomplexet, där kärnvapenmaterial hanteras, fått utökat skydd.
- En tredjedel av de stängsel som USA har försett Ryssland med för att inhägna 52 kärnvapenanläggningar installerats.
- Första hälften av en ny förvaringsplats i Mayak, sponsrad av CTR, så gott som färdigställd för användning. Där kommer kärnvapenmaterial från över 6 000 nedmonterade kärnvapen att kunna förvaras på ett betryggande sätt. När hela förvaringsplatsen är färdigställd kommer Mayakanläggningen att förvara kärnvapenmaterial från ungefär 12 500 nedmonterade kärnstridsspetsar.

Trots denna förhållandevis gynnsamma utveckling kvarstår problem och osäkerheter vad gäller den ryska marinen:

- hemliga uppgifter om ubåtsbränslet har saknats vid utveckling av redovisningssystemet varför systemets funktion inte kan kontrolleras externt
- vaktstyrkornas roll i MPC&A-systemet behöver undersökas närmare
- använt ubåtsbränsle omfattas inte av uppgraderingen av skyddet; bränsle med låg utbränning och som avkylts under längre tid skulle kunna utgöra en spridningsrisk
- USA har inte kunnat kontrollera att allt oanvänt ubåtsbränsle verkligen överförs till de två nya lagren med hög skyddsnivå.

Totalt sett återstår således fortfarande mycket arbete innan nukleärt material i Ryssland kan sägas vara till fullo säkrat. Det amerikanska energidepartementet (DOE), genom vilket en del av MPC&A-programmet kanaliseras, räknar med att helt avsluta säkerhetsarbetet i Ryssland först år 2008 [23].

Utöver de brister beträffande fysisk säkerhet och bokföring som diskuterats ovan, finns också vissa problem och svårigheter när det gäller samordning och samarbete. Dels mellan de amerikanska energi- och försvarsdepartementen (DOD), men allvarligare är motståndet mellan de amerikanska departementen å ena sidan och de ryska motparterna å den andra. Svårigheter har framförallt uppstått i samarbetet med det ryska försvarsdepartementets tolfte huvuddirektorat, vilket ansvarar för anläggningar där stridsspetsar förvaras. Här saknar DOD en så grundläggande uppgift som exakt hur många sådana anläggningar som är i behov av säkerhetshöjande åtgärder.

Till viss del beror osäkerheten om tillståndet i Ryssland på brister beträffande tillståndsgivning och inspektioner [26] inom de ryska myndigheterna. Den ryska statens kommitté för nukleärt skydd och strålningsskydd, Gosatomnadzor (GAN), inrättades 1992 genom ett presidentdekret och rapporterar direkt till presidenten. GAN har

alltsedan starten haft svårt att göra sig gällande gentemot Minatom och försvarsministeriet, vilka befarade att militära hemligheter skulle avslöjas och dessutom inte ansåg sig behöva bli kontrollerade. GAN blev 1994 fråntaget ansvaret för anläggningar och kärnämne inom det militära komplexet. GAN har av denna orsak och av brist på resurser inte kunnat kartlägga tillgångarna av kärnämne.

GAN fick 1994 i uppdrag att införa ett system för redovisning och kontroll av nukleärt material. Kommittén fick även ansvar för tillsyn av aktiviteter kopplade till kärnbränslecykeln. Något år senare blev alla icke militära anläggningar, som hanterade radioaktiva ämnen, tvungna att ansöka om drifttillstånd hos GAN, något som skapade allvarliga slitningar med Minatom. År 1997 drog GAN in tillståndet för upparbetningen vid Mayak-anläggningen, men Minatom lyckades upphäva beslutet. I början av 2003 vägrade GAN åter att ge drifttillstånd till Mayak, vilket fick premiärministern att förklara att GAN:s chef Yuri Vishnevsky ”inte motsvarade kraven på sin befattning”. I juni 2003 ersattes Vishnevsky av en man som tidigare varit viceminister för Minatom.

År 1999 lyckades Minatom och försvarsministeriet få regeringen att utfärda ett dekret varigenom GAN förlorade rätten att utfärda tillstånd för militära anläggningar som hanterar nukleärt material (inklusive skrotning av reaktordrivna ubåtar). GAN förlorade även en annan verksamhet till Minatom avseende driften av två reaktorer i Seversk för produktion av plutonium: först fortsatte Minatom driften utan tillstånd och senare fick man regeringen att utfärda ett dekret som innebar att man själv kunde bevilja sig tillstånd.

När det gäller problematiken runt använt kärnbränsle har även Sverige, genom SKI, deltagit i projekt för att öka säkerheten runt förvaringen av ubåtsbränsle. Dessa projekt har varit koncentrerade till två varv i Severodvinskområdet, och berört både planering av fysiska skydd och bokföringsrutiner [27]. Även ett mindre juridiskt projekt har genomförts, där stöd gavs för att legalisera och möjliggöra transfereringar av överskottsmaterial från det militära programmet till GAN. Från svenskt håll genomförs för närvarande (augusti 2003) en förstudie av SIP (Swedish International Project Nuclear Safety, en del av SKI) rörande använt kärnbränsle och radioaktivt avfall vid Andreeva Bay i nordvästra Ryssland [28]. Vid denna bas lagras 22 000 bränsleelement, 4 500 m³ fast och 1 400 m³ flytande radioaktivt avfall (60 TBq respektive 2 TBq). Även om det största hotet här gäller människors hälsa och miljökonsekvenser på lokal nivå bör man inte förbise det faktum som tidigare nämnts, nämligen att äldre, använt kärnbränsle klingar av och förlorar en del av sitt självskydd mot stöld. Med över 28 000 använda kärnbränslestavar enbart i den Norra Flottan finns en klar spridningsrisk att förebygga [18].

Även när det gäller nästa steg i kedjan av den otillåtna hanteringen av kärnämne, smuglingen ut ur Ryssland, har USA bidragit till ökad säkerhet vid de ryska gränskontrollerna [29]. Dessa arbeten inkluderar bl. a. [25]:

- 130 strålningsdetektorsystem som har installerats vid 20 gränsövergångar.
- Gränskontroller längs gränsen mot Kazakstan som har inspekterats.
- Utbildningsmaterial för 30 000 ryska gränsvakter som har tagits fram.

Vid en bedömning av olika smuglingsvägar ut ur Ryssland framstår den södra gränsen som den mest troliga. Dock kan man inte utesluta Östersjöområdet med dess livliga sjötrafik som en alternativ väg ut, och i så fall är Sverige ett av flera möjliga mottagar-

eller transitländer. Även svenska havsområden skulle kunna fungera som möjliga omlastningsområden av kärnämne.

Nukleärt material i Ryssland utgör således fortfarande, mer än tio år efter Sovjetunionens fall, ett problem ur spridningssynpunkt. GAN-chefen meddelade t.ex. den 5 mars 2003 den ryska duman att enstaka fall av stölder av nukleärt material och strålkällor inträffat under 2002 [30], men att alla fall var utredda och behandlade av juridiska instanser. Minatoms chef Alexander Rumyantsev framträdde också inför duman vid detta tillfälle, men målade en betydligt ljusare bild av läget. Enligt honom var Rysslands nukleära säkerhet tillfredsställande. Exempelvis är transportererna av använt reaktorbränsle lika säkra som för stridsspetsar till kärnvapen. Talande är dock att även Rumyantsev propagerade för ökade anslag till den säkerhetshöjande verksamheten.

Slutligen ska man inte heller försumma riskerna med att kärnämne eller kärnvapen kommer på avvägar från något av de nya länderna med kärnvapenkapacitet, t.ex. Indien eller Pakistan. Säkerhetssystemen, både när det gäller anläggningar och själva laddningarna (PAL-liknande system), är sannolikt mindre utvecklade i dessa länder. Därför är det angeläget att det internationella samfundet försöker bistå de nya länderna som har kärnvapenkapacitet med säkerhetsföregående åtgärder.

3.1.5 TRANSPORT AV RADIOAKTIVT MATERIAL

Transport av strålkällor och annat radioaktivt material förekommer under olika delar i hanteringen av materialet både vid produktion och handel, eventuellt vid hanteringen i sig och till slut när materialet inte längre används och transporteras bort som avfall (se figur 5).

Transporterna som sker under en strålkällas livstid kan exemplifieras med en utrustning för industriell radiografi. Denna utrustning innehåller ofta en isotop av iridium som har en relativt kort halveringstid, vilket gör att materialet måste bytas ut med jämna mellanrum. Här sker alltså transporter regelbundet mellan industrin och företaget som säljer strålkällan. Den radiografiska utrustningen transporteras dessutom under dess användning t.ex. för att kontrollera sprickor i gods på diverse arbetsplatser. Inom Sverige skickas förbrukade strålkällor som avfall till Studsvik för vidare hantering – lagring på plats eller transport till slutförvaret, SFR i Forsmark. Det sker alltså ett antal transporter med en strålkälla under dess livstid – transporter då materialet skall vara så säkert hanterat att stöld förhindras.

Uppskattningsvis transporteras ungefär hundratusen kollin innehållande radioaktiva ämnen per år till och från sjukhus, industrier och laboratorier – bara i Sverige. Kraven vid transport av strålkällor regleras enligt Räddningsverkets föreskrifter för transport av farligt gods, ADR-S [31]. Syftet med dessa krav är att skydda personer, egendom och miljö mot påverkan av strålning. I föreskrifterna beskrivs t.ex. hur märkning av farligt gods skall ske, att förare av farligt gods skall ha särskild utbildning och att det skall finnas tillgång till säkerhetsrådgivare. Föreskrifterna innehåller däremot inga konkreta krav på åtgärder för att förhindra stöld och sabotage, s.k. fysiskt skydd. FN har nyligen beslutat om nya regler för transportsäkerhet som gäller skydd mot stöld och sabotage vid transporter av farligt gods. I USA har reglerna redan börjat gälla, bl.a. skall alla transportföretag ha en dokumenterad säkerhetsplan och alla anställda skall vara

säkerhetsutbildade. De svenska föreskrifterna kommer så småningom också inkludera liknande krav [32].

I IAEA:s nya riktlinjer föreslås, förutom att följa nationella och internationella transportkrav samt framtida IAEA rekommendationer, några ytterligare krav som bör gälla för transporter av strålkällor i kategori 1 [1,14]. De transportföretag som skall transportera strålkällor i kategori 1 bör i förväg ha kontrollerats och bedömts som pålitliga. Strålkällor skall transporteras låsta och förseglade i en för ändamålet speciell transportbehållare som också är låst. Radiokommunikation mellan förare och en sambandscentral behövs för att snabbt kunna agera vid eventuellt stöldförsök och specialutbildad personal skall finnas tillgänglig för att snabbt kunna ingripa. En beredskapsplan skall dessutom finnas. För extremt riskfyllda transporter kan ytterligare vakter eller insatsstyrkor krävas.

Det finns några extra känsliga moment vid hanteringen av radioaktivt material och strålkällor som bör belysas. Transporter som sker i början av produktionscykeln, exempelvis från producenten till en grossist, har ofta höga koncentrationer av strålkällor per last vilket är en ytterligare risk som bör uppmärksammas. Sådana transporter bör givetvis omgärdas av högre säkerhet. När det gäller transporter av utbränt kärnbränsle, andra kraftigt strålande material eller stora mängder radioaktivt material kan sabotage under transporten anses vara ett av de relativt sett största hoten. För att angriparen skall slippa hantera och bearbeta det starkt strålande materialet kan en attack som leder till utspridning av material tänkas ske på lämplig plats under transporten.

3.1.6 TRANSPORT AV KÄRNÄMNE

Normalt krävs tillstånd från SSI eller SKI för att transportera radioaktiva material eller kärnämne i Sverige. När det gäller kärnämne som skall användas som bränsle i våra svenska kärnreaktorer så importeras det via lastfartyg eller färja till Sverige och sedan sker transporterna till reaktorerna huvudsakligen på landsväg. Dessutom sker transporter av färskt (obestrålat) bränsle från Westinghouse Atom AB i Västerås till de svenska kärnkraftverken och utomlands vid export av kärnbränsle. Det utbrända kärnbränslet transporteras från kärnkraftverken med det specialdesignade, dubbelskrovade fartyget Sigyn till det centrala mellanlagret för använt kärnbränsle (CLAB) vid Oskarshamns kärnkraftverk. Några hundra transporter av bränsle och avfall sker varje år.

Enligt konventionen om fysiskt skydd är kärnämne indelat i tre olika skyddsklasser för vilka olika skyddsåtgärder krävs vid transport [33]. Indelningen i de olika skyddsklasserna beror på isotopsammansättningen hos materialet (exempelvis anrikningsgraden hos uran) och hur mycket material det rör sig om (se tabell 4).

Enligt SKI:s bestämmelser krävs det för transporter av kärnämne att det finns en yttre transportledning dit transportledaren rapporterar och varifrån instruktioner erhålls om exempelvis åtgärder vid avbrott i transporten. Färdvägen skall vara bestämd i förväg och alternativt vägval skall finnas planerat. Fordonets position längs färdvägen skall meddelas periodiskt och i kodform. Beroende på skyddsklass skall positionsangivelser ges med en frekvens på upp till flera gånger i timmen.

Tabell 4. Skyddsklasser för uran av olika anrikningsgrad enligt [33], men med de skärpta gränser som Sverige infört.

Anrikningsgrad	Skyddsklass 1	Skyddsklass 2	Skyddsklass 3
≥ 20%	≥ 5 kg	1 – 5 kg	0.015 – 1 kg
10 – 20 %		> 3 kg*	1 – 3 kg*
0,71 – 10 %		> 5 kg**	1 – 5 kg**
0,2 – 0,71 %			> 1 kg***

Konventionen om fysiskt skydd har en gräns på: *) >10 kg för skyddsklass 2, **) >10 kg för skyddsklass 3, ***) inga krav för uran med denna anrikning.

För transporter av material tillhörande skyddsklass 2 skall vid avbrott under transport minst en person av besättningen befinna sig i fordonet eller annan tillfredställande övervakning etableras. För transporter av material tillhörande skyddsklass 1 skall fordonet vara helt täckt och förstärkt så att last och besättning skyddas mot beskjutning av handeldvapen. Fordonet skall också vara utrustat så att det inte kan användas av obehöriga och poliseskort kan krävas i särskilda fall.

Det kan vara motiverat att inte glömma vissa gränsfall för ansvaret för fysiskt skydd av kärnämne och radioaktiva material vid internationella transporter till sjöss, där avsändande, mottagande och andra inblandade stater inte alltid har full jurisdiktion, och eftersom konventionen om fysiskt skydd av kärnämne [33]⁹ och den allmänna havsrätten, främst FNs tredje havsrättskonvention (UNCLOS) [34]¹⁰ inte är samordnade. En gråzon kan exempelvis uppstå om fartyget (eller flygplanet) ändrar ägare och nationalitet (UNCLOS Art. 91) eller kapas under vägen. Risken för sådana incidenter skall dock inte överdrivas, men konsekvenserna kan bli stora om så skulle ske (jfr ”Plumbat”-affären 1968 [35]).

Havsrätten ger även Sverige en rätt (UNCLOS, Art. 22-23) att kräva viss insyn i transporter av radioaktivt material och kärnämne genom svenskt territorialhav och ekonomisk zon¹¹. Dessa frågor diskuterades vid en IAEA konferens i juli 2003 [36].

3.1.7 SAMMANFATTANDE HOTBEDÖMNING VAD GÄLLER AVSIKTLIG OTILLÅTEN HANTERING

När det gäller fall där strålkällor eller kärnämne stulits, otillåtet innehafts eller överlåtits har relativt få händelser inträffat i de nordiska länderna. Eftersom mönstret är likartat över hela Norden finns det därför anledning att tro att mörkertalet är litet. Den minskning i antalet avslöjade smuglingsförsök som skett efter åren 1993-1995 i Centraleuropa tyder kanske på att intresset från de kriminella för den sortens affärer minskat. Emellertid kan det också vara så att smuglingsrutterna har styrts om till länder där risken för upptäckt är mindre.

⁹ Konventionen trädde i kraft i februari 1987, då Sverige blev part, SÖ 1985:24.

¹⁰ Sverige anslöt sig i juni 1996, SÖ 2000:1.

¹¹ Sverige hävdar sedan 1979 ett territorialhav om 12 nautiska mils bredd från baslinjer kring kusterna och Gotland. Allt hav utanför Sveriges territorialhav är genom överenskommelser med andra strandstater uppdelat i ekonomiska zoner. Sverige gränslar ingenstans till helt fritt hav.

Sverige har hittills inte haft tillräcklig mätkapacitet vid sina gränser för att upptäcka eventuella smugglingsförsök av radioaktivt material och huvudsakligen förlitat sig på att andra länders gränskontroller fungerar. Hotet att Sverige skulle bli transitland för strålkällor/kärnämne bedöms trots detta som litet utan att för den skull vara försumbart. Kraftfulla avskräckande motåtgärder i form av strålningsdetektorer och utbildning för inblandad personal är säkerligen det effektivaste sättet att fortsatt hålla antalet fall på en önskvärd låg nivå.

Internationellt har säkerheten runt ryskt nukleärt material höjts väsentligt sedan Sovjetunionens sönderfall, om än inte ännu till önskvärd nivå. Öppenheten mot västmakterna har ökat, men för delar av kärnvapenkomplexet är insynen fortfarande mycket begränsad. Säkerhetssystemen för redovisning, kontroll, förvaring och transporter är ännu inte helt optimala eller i vissa fall ens operativa, och därför kan man inte utesluta stöld av kärnämne. Om ryskt nukleärt material kommer på avvägar måste Sverige räkna med möjligheten att det förs ut ur Ryssland och kan komma att transporteras till eller via svenskt territorium. Dessutom bör man hålla i minnet att om terroristdåd planeras någonstans inom EU kan svenska hamnar fungera som inkörsport oavsett den faktiska smugglingsvägen ut ur Ryssland. Därför är det viktigt att Sverige fortsätter sitt bilaterala samarbete med Ryssland. EU har naturligtvis också ett egenintresse i denna fråga, och torde ha goda möjligheter att spela en viktig roll när det gäller ekonomiskt och tekniskt bistånd till Ryssland för att säkra dess nukleära material. Det internationella samfundet behöver också arbeta mot en ökad säkerhetskultur i samtliga länder som har, eller kan misstänkas ha, kärnvapenkapacitet.

Oavsett sådana säkerhetshöjande åtgärder är en fullgod kontroll vid den svenska gränsen och övervakning av sjöterritoriet den bästa garantin för att stoppa avsiktlig otillåten hantering av kärnämne i eller genom Sverige.

Avsaknaden av ett fullgott fysiskt skydd för strålkällor och andra radioaktiva material både inom och utom Sverige gör att stöldriskerna för dessa material är påtaglig – förutsatt att det finns en kompetent aktör. Vi bedömer att största risken för att material anskaffas på olaglig väg inte främst gäller sådana anläggningar och industrier som hanterar stora mängder radioaktivt material och strålkällor. Dessa har ofta en god säkerhet på grund av att de höga aktivitetsmängderna kräver ett väl fungerande strålskydd. De relativt starka strålkällor som samtidigt är portabla utgör därför en större risk både vid förvaring, transport och framförallt under användning.

När det gäller kärnämne finns idag i Sverige höga säkerhetskrav vid både hantering, förvaring och transport. Säkerheten som omgärdar kärnämne inom Sverige kan, jämfört med strålkällor, anses vara fullgott. Några moment i hanteringskedjan som man dock bör ha i åtanke vid framtida säkerhetsrevisioner är transporter av höganrikat uran och utbränt kärnbränsle som bör ha skydd som förhindrar kapning och åtgärder som minskar risken för sabotage under transporterna. När det gäller låganrikat uran bör man förutom icke-spridningsrisken även ta hänsyn till att materialet kan vara intressant ur en aktörs synvinkel för att medvetet orsaka kriticitetsolyckor.

Risken för att kärnämne och radioaktivt material avsiktligt undanförs torde vara större vid transporter till sjöss än vid landtransporter, eftersom möjligheterna till territoriell kontroll är mindre, havet i princip är fritt, och fartygen kan byta flagg under resans gång.

3.2 OAVSIKTLIG OTILLÅTEN HANTERING AV RADIOAKTIVA MATERIAL OCH KÄRNÄMNE

Med oavsiktlig otillåten hantering av radioaktiva ämnen menas t.ex. införsel av kontaminerat skrot, material och livsmedel över Sveriges gränser samt radioaktivt material och strålkällor som kommit på avvägar från svenska anläggningar. Risken med denna typ av material är främst att människor ovetandes kan utsättas för en förhöjd stråldos. För att belysa denna typ av hantering beskrivs de fall med kontaminerat material som man upptäckt med hjälp av detektorer vid svenska smältverk och några övriga incidenter med radioaktivt material som skett i Sverige. Några olyckor som skett med herrelösa strålkällor runt om i världen redogörs också för i avsnittet samt i Appendix 3.

Det finns också ett antal naturligt radioaktiva material som kan detekteras i de detektorer som vissa länder installerat vid sina gränskontroller. Några exempel på sådana material beskrivs också kortfattat i avsnittet nedan.

När det gäller oavsiktlig otillåten hantering så beror risken inte bara på det fysiska skyddet utan kanske framförallt på vilka rutiner man har vid hantering, användning och skrotning. Administrativa åtgärder såsom att föra register över strålkällor och inspektera deras hantering är också av vikt. Den beskrivning som gjorts av säkerheten vid förvar och anläggningar i avsnitt 3.1.4 är också relevant när det gäller risken för oavsiktlig otillåten hantering.

3.2.1 NATURLIGT RADIOAKTIVA MATERIAL OCH KONTAMINERAT MATERIAL

Vid gränskontroller runt om i världen som har haft möjlighet att mäta radioaktiviteten hos inpasserande kollin så är en stor del av de larm man får i detektorn orsakade av material som innehåller naturligt radioaktiva material eller material som är kontaminerade av något radioaktivt ämne. Naturligt radioaktiva material som detekterats är konstgödsel, mineral, keramer, kakel, gips, och bananer. Dessa material innehåller radioaktiva isotoper som finns naturligt i vår omgivning t.ex. K-40, Ra-226 och U-238. Det bör påpekas att dessa material vanligtvis är så svagt radioaktiva att deras radiologiska risker är försumbara.

Naturprodukter som kontaminerats av Cs-137 från nedfall efter Tjernobylolyckan såsom timmer, svamp och bär har gett ett stort antal larm i detektorer i t.ex. Polen, som har stor import av livsmedel och timmer från bl.a. Ukraina.

Kontaminerat skrot och kontaminerade lastvagnar och fordon står också för en stor andel av de fall som detekteras vid de gränskontroller som har möjlighet till mätning av radioaktivitet.

Det bör också nämnas att det sker tillåten införsel av radioaktiva material och kärnämne genom lagliga transporter av kärnbränsle, medicinska eller industriella isotoper.

3.2.2 INCIDENTER I SVENSKA SMÄLTVERK

Huvuddelen av alla Sveriges smältverk och skrothanteringsföretag har idag kapacitet för att kunna detektera förhöjda strålningsnivåer i inkommande laster. Att förhindra att radioaktiva material och strålkällor hamnar i nedsmält material är av stor ekonomisk vikt för dessa företag. Många mäter därför också på utgående produkter för att försäkra sig om att inga kontaminerade produkter säljs vidare.

I tabell 5 ges några exempel på vilken typ av material och föremål som under de senaste åren orsakat larm i de detektorer som finns installerade i svenska smältverk och skrotfirmor. Som synes rör det sig om alla möjliga typer av material och föremål och det bör påpekas att huvuddelen av materialet verkar ha svenskt ursprung. Endast två sändningar (del av U-balk och maskinskrot) kunde bekräftas härröra från utlandet (Ryssland).

Tabell 5: Exempel på föremål som orsakat larm vid landets smältverk och skrothanteringsföretag under perioden 2000-2003 (juli)

2000	2001	2002	2003
granitvals (pappersbruk) del av flygmotor metallföremål analysutrustning (Ra-226) metalldelar aluminiumplåt	mätare (från flygplan) rör (Ra-226) metallföremål järnrör med beläggning mätare (indikortavla)	rörkopplingar våg (Ra-226) sanerad elektronik del till förbränningsmotor del av U-balk* emanator** metallplåt plastremsa (självlysande siffror) små radiorör flygplansinstrument mätare (indikortavla) fläkttrumma liten silo marinkompass våg maskinskrot* elektronisk brytare (lysfärg) rostfria rör	2 metallskivor, 1 kåpa plaströr (Ra-226) emanator** rödfärgad detalj ev. radiografiprob instrumentpanel (Bofors) våg (Ra-226) behållare

*) Leverans från Ryssland. **) Emanator är en behållare innehållande plattor med uranmineral som under 1920- och 1930-talet användes för att göra dricksvatten lätt radioaktivt – vilket då ansågs vara hälsosamt.

Under 1990-talet finns uppgifter om ett antal incidenter med kontaminerat skrot och strålkällor som detekterats vid svenska smältverk och skrotfirmor. Några av dem summeras i tabell 6 och beskrivs mer utförligt i Appendix 2. Som synes härstammar materialen både från Sverige och från utlandet.

De incidenter där strålkällor smälts ned är förstas allvarliga och det faktum att de överhuvudtaget inträffat i Sverige visar att denna typ av incidenter ska tas på allvar. En av ovanstående incidenter som kunde ha fått stora ekonomiska konsekvenser om den inte upptäckts i tid var den mätutrustning innehållande Sr-90 som detekterades vid en skrotgård 1996. Om anläggning och produkt hade kontaminerats av Sr-90 hade det blivit svårt att upptäcka och sanera, eftersom Sr-90 endast avger betastrålning, vilket många mätinstrument inte klarar att detektera.

Tabell 6. Några incidenter med kontaminerat skrot och strålkällor som har detekterats vid svenska smältverk och skrotfirmor under 90-talet.

År	Material	Ursprung
1995	Kontaminerad lastvagn	Tyskland
1996	Kontaminerat järnskrot (Co-60)	Okänt
1996	Äldre gaskromatograf (Sr-90)	Sverige
1997	Rör (naturlig beläggning av Ra-226)	Tyskland
1998	Nedsmält strålkälla (Co-60)	Okänt
1998	Nedsmält strålkälla (Ir-192)	Ryssland
1999	Strålkälla (Am-241)*	Sverige (ej bekräftat)

*Detta fall är rapporterat till IAEA:s databas.

3.2.3 ÖVRIGA INCIDENTER MED RADIOAKTIVA MATERIAL I SVERIGE

I Sverige har vi varit förskonade från allvarligare incidenter med radioaktiva material, men flera mindre allvarliga incidenter har skett som ändå visar på en risk att dessa material av misstag kan komma på avvägar och i värsta fall resultera i en allvarlig olycka. Många av dessa material hamnar så småningom på skrotgårdar och i smältverk, som beskrivits ovan. Det finns därutöver ett antal rapporterade incidenter som skett i Sverige, men där man lyckats återfinna materialet innan de orsakat skada eller innan de hamnat på skrotgårdar eller i smältverk. Dessa incidenter är relativt ovanliga, men det är en konkret indikation på att det finns en risk för att dessa material av misstag kan komma på avvägar.

Det har skett ett antal incidenter vid transporter av radioaktiva material i Sverige. Exempelvis har kollin försvunnit under transport eller levererats till fel adressat. I samtliga fall – hittills – har alla dessa kollin förr eller senare påträffats eller kommit fram till rätt adress. Under 90-talet finns också rapportering om en nivåmätare (Co-60 eller Cs-137) som av misstag skickats med utrustning till Ukraina från en nedlagd fabrik i Sverige. Detta uppdagades dock under transporten via Tyskland och nivåmätaren kunde omhändertas.

3.2.4 OAVSIKTLIGA INCIDENTER MED HERRELÖSA STRÅLKÄLLOR OCH RADIOAKTIVT MATERIAL

Herrelösa strålkällor är ett samlingsbegrepp för strålkällor som inte längre kontrolleras av ett företag, en institution eller myndighet etc. De kan ha förlorats, stulits eller lämnats kvar i en byggnad utan tillsyn. Sådana strålkällor kan potentiellt utgöra en stor risk och olyckor har även inträffat, dock inte i Sverige. Potentiellt ännu allvarligare är det om de hamnar i händerna på terrorister eller kriminella organisationer. Under åren 1996-2001 rapporterades i genomsnitt ca 300 strålkällor per år vara herrelösa bara i USA. Eftersom upp till en fjärdedel av de ca 2 miljoner strålkällor som finns i USA enligt vissa bedömningar inte längre används, kan man befara att mörkertalet vad gäller

herrelösa strålkällor är stort. Av de som *hade* rapporterats som herrelösa kunde mer än hälften inte återfinnas. Inom EU bedöms ca 70 strålkällor förloras årligen [16].

I f.d. Sovjetunionen finns tusentals herrelösa strålkällor, många av dem kvarlämnade av militära förband. Exempelvis utplacerades hundratals kraftiga cesiumkällor för att studera effekterna av joniserande strålning på jordbruket. Redan 1961 grundades organisationen Radon för att ta hand om strålkällor som inte längre användes. Idag omfattar den 16 företag runt om i Ryssland med det största i Sergiev Posad utanför Moskva. Radon samarbetar med Minatom och institut som står under Minatom (som svarar för strålkällor inom sitt ansvarsområde).

Under sovjettiden dumpades strålkällor på många platser vars lägen idag inte längre är kända. En dumpningsplats som *är* känd ligger i Grozny i Tjetjenien.¹² På grund av inbördeskriget har det varit svårt att avlägsna dessa strålkällor, och en del påstås ha kommit i orätta händer. IAEA har i det närbelägna Georgien samarbetat med myndigheterna för att spåra herrelösa strålkällor och sedan republiken blev självständig har ca 300 källor upptäckts. I juni 2002 ingick Minatom, IAEA och USA:s energidepartement en överenskommelse om att söka lokalisera, ta hand om och säkra sådana strålkällor som bedöms utgöra de största säkerhetsriskerna. Detta initiativ skall ses mot bakgrund av terroraktionen den 11 september 2001.

Under de senaste tjugo åren har det runt omkring i världen inträffat minst tolv olyckor med herrelösa strålkällor där en eller flera människor fått betydande stråldoser.¹³ Totalt har minst 21 personer omkommit till följd av sådana olyckor under denna tid. Av dessa olyckor har ingen inträffat i Sverige eller dess omedelbara närhet.¹⁴ En kronologisk sammanfattning av dessa tolv olyckor finns i Appendix 3.

De tolv fallen har med få undantag inträffat i utvecklingsländer. Okunskap har i de flesta fall varit den största bidragande orsaken till att olyckorna fått ett förlopp där människoliv förlorats eller åtminstone allvarligt satts på spel. Flera av olycksscenarierna är förvånansvärt lika. Det finns två dominerande typfall. Det första rör strålkällor för medicinska tillämpningar som på olika vägar hamnar i orätta händer och så småningom dyker upp på ett skrotupplag där arbetarna exponeras. Den höga skrotningskostnaden för strålkällor har säkerligen starkt bidragit till att strålkällan har blivit stående någonstans, sedan kommit på avvägar och olyckan därefter inträffat.

Det andra typfallet innefattar strålkällor som lossnar ur sitt blyskydd under radiografering och sedan plockas upp av en person som är ovetande om innehållet. Det hade säkert räckt med en kort utbildning av den personal som vistas kring radiograferingsutrustning för att förhindra flera av dessa olyckor.

¹² På denna plats uppskattas den totala aktiviteten, som härrör från bl.a. Co-60, Cs-137 och Ir-192, uppgå till 46 TBq. Radioaktivt avfall lär dessutom finnas på 26 andra platsen i Tjetjenien.

¹³ Med betydande stråldoser avses stråldoser, som lämnar permanenta spår i människokroppen i form av t ex kromosomförändringar.

¹⁴ En dödsolycka (som troligen var självmord) inträffade i Norge 1982 när en person gick in i ett rum som användes för strålsterilisering.

3.2.5 SAMMANFATTANDE HOTBEDÖMNING VAD GÄLLER OAVSIKTLIG OTILLÅTEN HANTERING

De krav som man idag ställer på det fysiska skyddet är huvudsakligen ämnat att förhindra otillbörlig tillgång till materialet, men ett gott fysiskt skydd minskar förstås också risken att material av misstag kommer på avvägar. Naturligtvis krävs bra säkerhetsrutiner och ett gott fysiskt skydd vid hantering, förvaring och transport. De ytterligare säkerhetsaspekter som man behöver beakta för att förhindra att strålkällor och annat radioaktivt material av misstag hamnar på avvägar är att ha goda rutiner vid skrotning samt bra rutiner och säkerhet vid användningen. Risken är annars att strålkällan av misstag förloras under användning eller att den hamnar i något lager, glöms bort och senare kanske bortforslas som vanligt avfall vilket kan leda till att människor omedvetet utsätts för farliga stråldoser. Strålkällor är oftast radioaktiva lång tid efter det att de inte längre är användbara för sitt ursprungliga industriella eller medicinska ändamål. En strålkälla innehållande Co-60 (halveringstid 5,3 år) har efter 17,5 år en radioaktivitetsnivå motsvarande 10 % av ursprunglig nivå. Man bör därför ha i åtanke att herrelösa strålkällor som för länge sedan glömts bort fortfarande kan utgöra en radiologisk fara.

Incidenterna ute i världen visar tydligt att säkerheten runt hanteringen av strålkällor inte har varit tillräcklig. Sverige har varit förskonat från allvarliga olyckor, men det finns incidenter som visar att misstag sker, och att säkerheten runt hanteringen inte är tillräcklig.

Då konsekvenserna av felhanterade strålkällor kan vara fatala är även ett fåtal fall tillräckligt för att motivera förbättringar i hanteringen.

Som synes i analysen av de fall som skett vid svenska smältverk är det inte främst utländskt material man haft problem med utan material av svenskt ursprung. Det rör sig främst om material som kontaminerats av naturligt radioaktiva ämnen eller i nedfallet från Tjernobylolyckan, men flera analysinstrument och annan elektronik innehållande radioaktiva ämnen har även påträffats.

Nedsmältning av strålkällor i smältverk ger normalt inga livshotande stråldoser, men stora ekonomiska effekter för industrin som kanske behöver sanera utrustning och mellanlagra kontaminerade produkter.

Det bör också påpekas att herrelösa strålkällor och annat radioaktivt material på drift kan hamna i händerna på någon aktör med fientliga avsikter.

4 ÅTGÄRDER FÖR ATT MOTVERKA OTILLÅTEN HANTERING AV RADIOAKTIVT MATERIAL OCH KÄRNÄMNE

4.1 GRÄNSKONTROLLEN I NÅGRA LÄNDER

För att förhindra att radioaktivt material eller kärnämne hamnar på avvägar eller används för otillåtna ändamål är den första barriären, som nämnt ovan, att förhindra att materialet kommer på avvägar från den anläggning där det framställs, förvaras, eller hanteras. Om detta fysiska skydd inte är hundra procentigt eller om transportsäkerheten inte är fullgod finns risk att sådant material lämnar ett land för att föras in i ett annat. Dessutom kan man förhindra vidare transport av materialet genom att ha en god gränskontroll med detektionsmöjlighet för radioaktiva material. För att kunna detektera radioaktiva material och kärnämne har många länder idag installerat s.k. portalmonitorer vid vissa av sina gränspassager. Monitorerna kan mäta gammastrålning som de radioaktiva materialerna utsänder och de nyare modellerna har också möjlighet att mäta neutroner vilket är av vikt för att kunna identifiera kärnämne som uran och plutonium.

Efter en sammanfattning av läget i Sverige beskrivs nedan några av våra närmaste grannländers system för detektion av radioaktiva ämnen vid gränskontroller. Informationen är sammanställd från svar som fåtts på en förfrågan som Tullverket i Sverige ställde via Europol 2002.

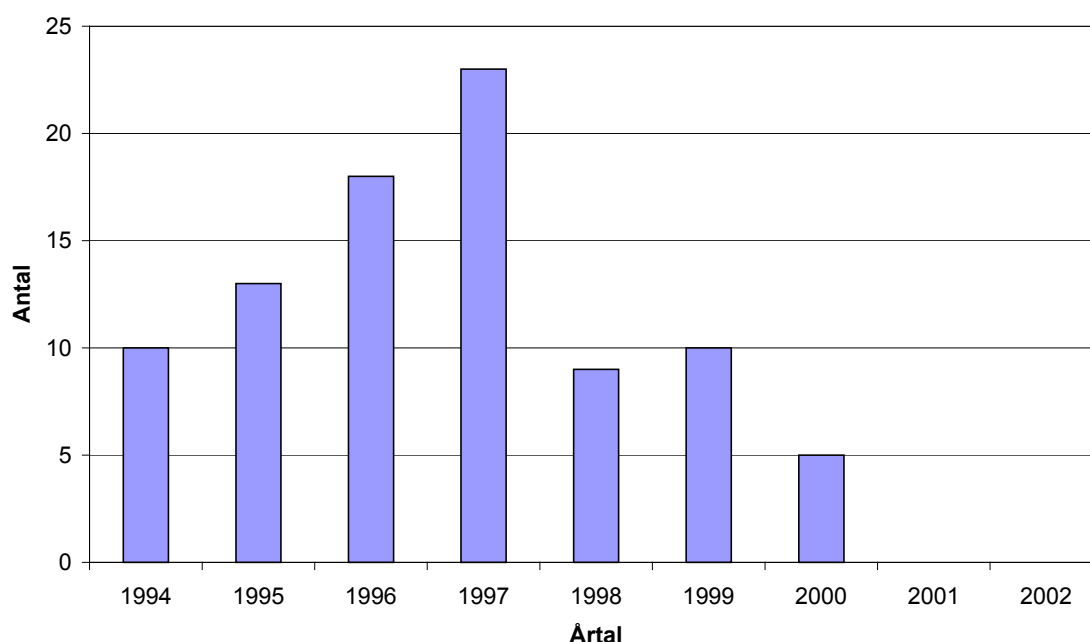
4.1.1 SVERIGE

Resultatet från en tidigare kartläggning av Sveriges kapacitet att detektera radioaktivitet vid gränskontrollerna visade att vi idag har låg kapacitet att avslöja ett försök till smuggling av radioaktivt material och kärnämne. Den mätkapacitet som finns tillgänglig begränsas till bärbara intensimetrar som främst är avsedda för det personliga strålskyddet och dessutom inte är känsliga nog för ändamålet. Det saknas dessutom tillräcklig utbildning inom området för berörda tulltjänstemän. Tillräcklig kapacitet för en första analys av beslagtaget material finns idag i landet, men handlingsplaner som beskriver tillvägagångssättet i den vidare hanteringen saknas.

Med undantag av den pilotstudie som genomfördes i Stockholms Frihamn och det CSI-projekt (Container Security Initiative) som pågår i Göteborgs hamn (se avsnitt 4.2.3) så har inte Tullverket använt sig av någon fast utrustning, något som är nödvändigt för att åstadkomma en rutinmässig övervakning av inpasserande personbilar, lastbilar, tåg och containers. Användningen av existerande bärbar utrustning är dessutom sporadisk och ingen rutinmässig kontroll sker.

4.1.2 FINLAND

Finland har sedan mitten av 1990-talet ett antal fasta portalmonitorer längs gränsen mot Ryssland. Dessutom finns detektorer vid Helsingfors hamn, som har farttygstrafik från Ryssland och Baltikum, samt vid Helsingfors flygplats. Finland har idag totalt 25 portalmonitorer installerade vid 12 gränspassager mot Ryssland – numera även några med möjlighet att detektera neutroner. Endast ett fall av medveten smuggling har uppdagats vilket var 1993 då två nanogram Cf-252 beslagtogs, vilket också är Finlands enda rapporterade fall till IAEA:s databas. Övriga detekterade fall i Finland har varit kontaminerat skrot eller kontaminerade fordon och transportvagnar. Under de två senaste åren har inget fall av kontaminerat skrot detekterats i de finska portalmonitorerna (se figur 9). Orsaken tros vara den avskräckning som detektorerna utgör och att de som tidigare skickat kontaminerade laster nu utesluter Finland från sina mottagarländer. Ett större antal fall med material innehållande naturligt, radioaktivt material detekteras årligen i detektionsutrustningen, men föranleder ingen vidare åtgärd. Risken för smuggling från Sverige och Norge till Finland bedöms vara liten och dessa gränser kontrolleras därför inte med avseende på radioaktivitet.



Figur 9. Antalet returnerade laster vid finsk-ryska gränsen.

4.1.3 NORGE

Norge har sedan 1996 ca 80 fickinstrument (Radiation Pagers[®]) som ger momentant utslag och larmar vid förhöjd stråldoshastighet. Instrumentet används av både tullen och kustbevakningen. Det köptes även in spektrometriutrustning för identifikation vid eventuellt beslag. Efter 11 september, 2001 har Norge påbörjat en utökning av sin kapacitet för detektion av radioaktivitet vid landets gränskontroller. Tre portalmonitorer

med möjlighet att även mäta neutroner är under upphandling (augusti 2003) och planeras bli installerade vid gränsen mot Ryssland.

4.1.4 DANMARK

Risken för smuggling av radioaktivt material till Danmark har av danska myndigheter inte ansetts vara särskilt stor. Man har inga portalmonitorer installerade vid gränskontrollerna, men de två portabla mätutrustningarna som inköptes i beredskapssyfte efter 11 september, 2001 har dock tänkts testas vid någon dansk hamn framöver. Danmark har dock ett antal fall varje år där inhemska företag inte följt kraven vid inköp och hantering av strålkällor.

4.1.5 ESTLAND

Estland har idag tio portalmonitorer installerade vid estniska gränsen med kapacitet att detektera gammastrålning. Tallinns flygplats har också ett system för detektion av radioaktiva ämnen. Förutom gammastrålning har man även möjlighet att detektera neutroner. Förutom detta finns också ca 140 fickinstrument (Radiation Pagers[®]) och tjugo bärbara mätinstrument.

4.1.6 LETTLAND

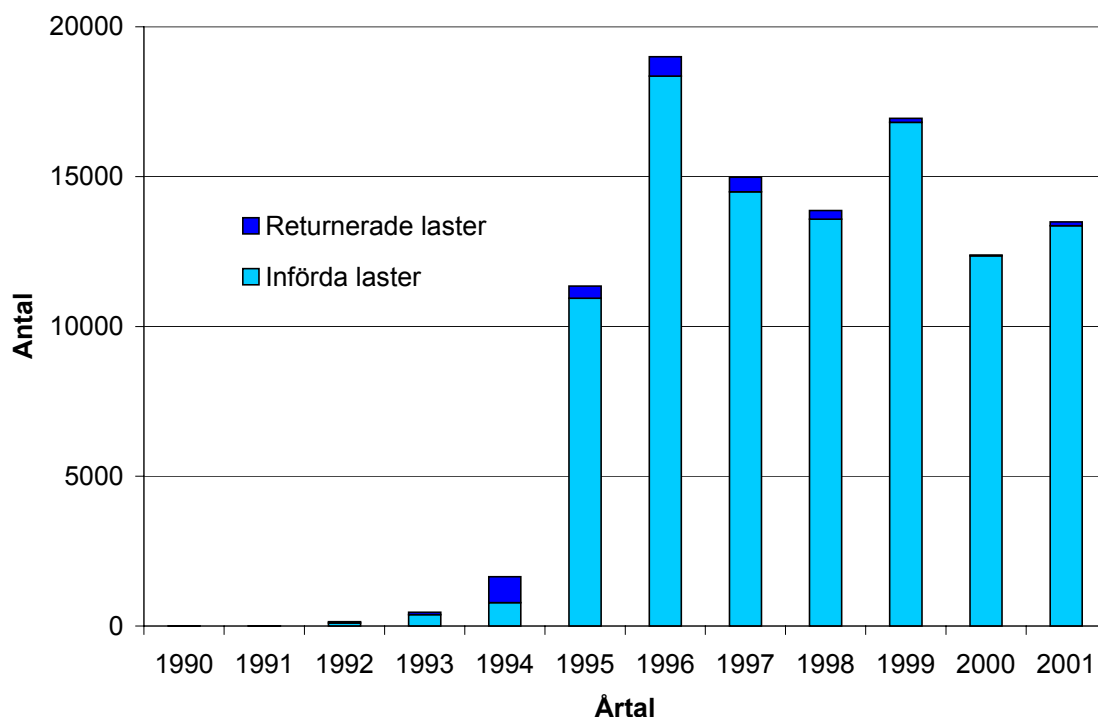
Under 2001 installerades 6 portalmonitorer med möjlighet till mätning av både gammastrålning och neutroner i Lettlands större hamnar. Dessa detektorer finansierades inom ramen för ett lettisk-svensk-tyskt samarbete. Lettland har idag totalt 19 portalmonitorer utplacerade vid olika gränskontroller samt ca 60 bärbara detektorer. De flesta larm orsakas av naturligt radioaktiva material såsom cement, keramer, konstgödsel och personer som står under behandling för cancer. År 2001 hade Lettland drygt 200 reella larm i sina detektorer, men inget av dessa bedömdes som medveten smuggling.

4.1.7 LITAUEN

Litauen har fått hjälp av bland andra Sverige, Finland, Norge, UK och USA i arbetet med att motverka smuggling och otillåten införsel av radioaktivt material och kärnämne. Enligt rapporter från 2001 finns 6 portalmonitorer installerade vid landets gränskontroller och dessutom finns 130 bärbara instrument. Ytterligare mätutrustning finns därutöver hos ett flertal myndigheter.

4.1.8 POLEN

Polen har ett väl utbyggt system för mätning av radioaktivitet vid gränserna. Idag finns 138 fasta portalmonitorer installerade och ett antal bärbara detektorer vid de totalt 243 gränspassagerna. De flesta fallen av införsel av radioaktivt material har inträffat vid Polens östra gräns. De vanligaste fallen involverar kontaminerat skrot samt transporter av svamp och bär kontaminerade av nedfall från Tjernobylolyckan. Under 2001 nekade Polen införsel av 130 laster. Övriga fall som släpptes in i landet var 3 257 fall av naturligt radioaktiva material, 7 950 lagliga radioaktiva transporter och 54 personer som stod under behandling för cancer (se figur 10).



Figur 10. Antal fall involverande radioaktivt material vid polska gränskontroller samt antal returnerade laster.

4.1.9 TYSKLAND

Tyskland har 530 mätsystem (portabla och fasta) för detektion av radioaktivitet vid sina gränskontroller. Under perioden 1999-2001 detekterades 12 kontaminerade skrotlaster och 6 paket med förhöjd strålning. Förutom dessa så har man larm i detektorerna från naturligt radioaktiva mineral och patienter som genomgår cancerterapi.

4.1.10 RYSSLAND

Ryska tullen har idag sammanlagt 400 fasta mätstationer för radioaktivitet vid större gränsstationer och flygplatser i hela Ryssland. Under 2001 rapporterades 400 fall av otillåten införsel av radioaktivt material från framförallt övriga NIS-stater och 76 av

dessa laster returnerades. Sedan utrustningen togs i bruk 1995 har frekvensen av avslöjade sändningar varit ca 400 fall per år. Av dessa uppdragas 94 % i detektionsutrustningen medan resterande fall beror på tips eller underrättelser.

4.2 INTERNATIONELLT ARBETE – KRAV OCH RIKTLINJER

Det finns idag inget internationellt lagligt bindande avtal för att säkerställa kontroll och säkerhet av strålkällor. Standards och riktlinjer på området finns dock utformade av IAEA. När det gäller kärnämne finns ett internationellt bindande dokument rörande det fysiska skyddet vid internationell transport [33]. Arbete pågår med att utvidga denna konventions tillämpningsområde till att omfatta även nationell hantering, förvaring och transport. Nationella krav och föreskrifter finns utformade av SSI och SKI när det gäller hantering, förvaring och transport av radioaktiva material respektive kärnämne.

4.2.1 IAEA

IAEA, Europeiska kommissionen, Interpol och WCO (världstullsorganisationen) höll 1998 en konferens i Dijon om skydd och säkerhet av strålkällor [37] där man diskuterade faran med herrelösa strålkällor och hur man skall förstärka kontrollen av strålkällor. IAEA fastställde därefter en åtgärdsplan för säkerheten i samband med strålkällor och radioaktiva material där man betonar stöd till stater för att upprätthålla eller inrätta strukturer för tillsyn och förvaltning [38].

IAEA har utformat säkerhetskrav för strålkällor som idag anses vara en miniminivå [39]. Under 2001 slutförde IAEA framtagandet av en uppförandekod för skydd och säkerhet av radioaktiva material [40]. Jämfört med en konvention är en uppförandekod inte bindande, utan en standard som framtagits av internationella tekniska och juridiska experter. Uppförandekoden innehåller riktlinjer för hur man inrättar och upprätthåller en viss nivå av skydd och säkerhet av strålkällor. Efter de nya hot som uppkommit revideras nu koden för att förstärka skyddet mot stöld och otillbörlig tillgång till strålkällor och radioaktiva material.

I ett annat viktigt IAEA-dokument från 2000 (som reviderats i juli 2003) gör man en kategoriindelning av olika strålkällor [1]. Ett ytterligare dokument rör säkerhet av strålkällor där man fokuserar mer på att förhindra stöld av materialet [14].

När det gäller kärnämne har IAEA slutit s.k. Safeguardsavtal med de flesta av de länder som har kärnteknisk verksamhet. Safeguard, eller kärnämneskontroll, innebär att IAEA kontrollerar och verifierar att kärnämne och kärntekniska anläggningar endast används för fredliga ändamål. Innehav av kärnämne bokförs vid anläggningen och ändringar i innehavet rapporteras till IAEA. På så sätt kan IAEA kontrollera att kärnämne endast används till det ändamål det är avsett för och att material inte kommer på avvägar. Safeguardsavtalen är främst avsedda att kontrollera en stats efterlevnad av icke-spridningsavtalet (NPT). Ytterligare kontroll och säkerhetsåtgärder måste finnas för att förhindra otillbörlig tillgång till materialet.

IAEA har också publicerat riktlinjer för hur det fysiska skyddet bör vara utformat vid kärntekniska anläggningar och vid transport för att förhindra att material stjäls eller att anläggningen utsätts för sabotage med radiologisk olycka som följd [41].

IAEA har vidare utarbetat riktlinjer som rör arbetet med att förhindra, detektera och åtgärda smuggling och omedveten införsel av radioaktiva material [42,43,44].

4.2.2 EU-DIREKTIV

Ett nytt direktiv som rör utökad kontroll av starka strålkällor bereds för närvarande inom EU. Förslaget innebär bland annat att strålkällor skall kontrolleras under hela sin livstid. Det skall också vara möjligt att spåra en strålkälla varför mer utförliga register av strålkällor skall upprättas. Den som utövar verksamhet med starka strålkällor måste i framtiden ha ekonomisk beredskap att kunna ta hand om och avfallshantera strålkällan då den tas ur bruk och det skall då finnas en ekonomisk säkerhet med tanke på t.ex. konkurs.

Det nya EU-direktivet innehåller dock inga konkreta krav på en säkrare förvaring av strålkällor förutom att innehavaren skall vidta åtgärder för att ”förhindra otillbörlig tillgång” till strålkällan. Det nya direktivet gäller slutna strålkällor som förorsakar en dosrat överstigande 1 mSv/h på en meters avstånd. För våra vanligaste nuklider innebär detta 4 GBq Co-60, 10 GBq Ir-192 och 20 GBq Cs-137.

4.2.3 CSI – KRAV PÅ IMPORTGODS TILL USA

Efter terrorattackerna mot USA den 11 september 2001 har USA förstärkt sitt arbete med att motverka att radioaktivt material och kärnämne olagligt transporteras in över USA:s gränser. Container Security Initiative (CSI) är ett sätt att förhindra att sådant material kommer till USA genom smuggling i lagliga containerlaster samt att förhindra sabotage av viktiga hamnar med exempelvis detonation av en kärnladdning eller smutsig bomb. USA importerar dagligen ca 50 000 containrar och amerikanska tullväsendet kontrollerar ca 2 % av dessa. Genom att inspektera containrarna med avseende på bl.a. radioaktivitet och sedan förseglade containrarna innan de lämnar exporthamnen för transport till USA kan antalet kontrollerade containrar ökas och säkerheten förstärkas. Idag har 18 av världens 20 största hamnar gått med i CSI och man utvidgar nu systemet till ytterligare hamnar runt om i världen. Göteborgs hamn är den första europeiska hamn som i det utvidgade systemet undertecknat ett avtal med CSI.

4.2.4 EXPORTKONTROLL

Dagens exportkontroll, enligt EU:s regelverk, innefattar licensiering för export av kärnämne, kärnteknisk utrustning samt övrig utrustning och komponenter som kan ha nukleär användning. Exportkontrollen är avsedd att förhindra att kärnämne och kärnteknisk utrustning hamnar i något fördolt kärnvapenprogram. Laglig handel med kärnämne är således väl reglerad, men det förekommer fall där man medvetet försöker

undgå denna kontroll. För att förhindra sådana olagliga aktiviteter krävs gott informationsutbyte och underrättelsesamarbete.

Strålkällor och andra radioaktiva material (förutom sådana som kan ha användning i kärnvapensammanhang) är ej exportkontrollerade, men det diskuteras om även vissa radioaktiva ämnen som kan tänkas ha användning i smutsiga bomber skall exportkontrolleras i framtiden. Man har inom Nuclear Suppliers' Group (NSG) också föreslagit att ett gott fysiskt skydd vid kärntekniska anläggningar hos mottagarlandet skall införas som krav för att en export av exportkontrollerade produkter skall kunna genomföras. Om dessa två ändringar kommer att inkluderas återstår att se.

4.2.5 INTERPOL OCH EUROPOL

Inom Interpol och Europol sker informationsutbyte och rapportering om otillåtna aktiviteter som rör radioaktivt material (både in- och utförsel samt annan hantering av radioaktivt material). Europol sammanställer årligen ett dokument med incidenter med radioaktivt material som inträffat i Europa.

5 SLUTSATSER OCH FÖRSLAG TILL ÅTGÄRDER

Otillåten införsel av radioaktivt material och kärnämne över Sveriges gränser

Risken att Sverige utsätts för otillåten införsel av radioaktivt material och kärnämne bedöms vara jämförbar med risken för övriga västeuropeiska länder. I länder som har möjlighet att detektera dessa material vid sina gränser kan man konstatera att sådana transporter sker. Jämfört med dessa länder kan Sverige idag anses löpa en större risk att utsättas för medveten smuggling då förövarna troligen väljer att passera sådana gränskontroller där man vet att sådan kontroll saknas.

Incidenter runtom i Europa ger bilden av att kontaminerat skrot och andra kontaminerade produkter ofta härstammar från f.d. Sovjetrepubliker eller Östeuropa. Då Sverige har viss handel med dessa länder finns risk för införsel av sådana produkter. Risken för att radioaktivt material eller kärnämne kommer på avvägar har ännu inte eliminerats i dessa länder (där Ryssland intar en särställning med tanke på de stora mängder som existerar där). Därmed kan det inte uteslutas att sådant material, avsiktligt eller oavsiktligt, förs in till Sverige. Då konsekvenserna för felhantering av dessa material kan bli mycket allvarliga är risken, trots liten sannolikhet, relativt stor.

De fall av radioaktiva produkter som detekterats vid svenska smältverk och skrotfirmor ger dock bilden av att det framförallt är produkter som härstammar från Sverige som orsakar de flesta larm. Av dessa fall är det endast ett fåtal som rör strålkällor. Smältverkens detektionskapacitet kan inte ersätta detektionskapaciteten vid gränskontrollerna utan bör ses som ett komplement. När det gäller avsiktlig införsel är gränskontroller den främsta möjligheten till upptäckt, och då behövs detektionskapacitet för både kärnämne och annat radioaktivt material.

Eftersom vi i Sverige hittills haft en begränsad – i princip obefintlig – detektionsmöjlighet för radioaktivt material vet vi inte heller hur många fall av otillåten införsel som redan skett här. Det relativt lilla antalet mätta fordon (5 000) under pilotstudien som utfördes i Stockholms Frihamn ger inte ett tillräckligt underlag för att dra några slutsatser vad gäller generell införselfrekvens av radioaktivt material till Sverige. Det går dock att jämföra med resultatet från ITRAP-studien vid österrikisk-ungerska gränsen där detektorerna larmade för kontaminerat skrot i genomsnitt en gång per 6 300 passerande fordon, vilket är en larmfrekvens jämförbar med vår studie.

Pilotstudien har resulterat i bra erfarenheter för involverade myndigheter om hur man hanterar denna typ av mätutrustning och rutiner för hantering av larm har utarbetats, testats och utvärderats.

Skälen till att ha en god detektionsmöjlighet för radioaktivt material och kärnämne vid gränskontrollerna är flerfaldiga:

- Incidenter runt om i världen – reell ”handel” som pågår
- Ansvar för yttre EU-gräns – Sverige kan användas som transitland
- Framtida krav och direktiv från organisationer (EU, IAEA) eller länder (USA)
- Avskräckande syfte

- Strålskydd för tullpersonal
- Fortsatt risk för införsel av material från grannländer i NIS och Östeuropa
- Ändrad hotbild efter 11 september, 2001
- Liten sannolikhet men potentiellt stora konsekvenser – en enda upptäckt av radioaktivt material motiverar arbetet

Åtgärder: Ett antal av Sveriges mest kritiska gränskontroller mot länder med stort antal incidenter såsom Estland, Lettland, Litauen och Polen, bör utrustas med detektionsmöjligheter för gammastrålning och neutronstrålning¹⁵. För att kunna bedöma vilka gränskontroller som i framtiden bör föras med fasta portalmonitorer kan en portalmonitor installerad på fordon flyttas runt och användas vid ett antal gränskontroller under en inledande fas. Denna typ av mobil utrustning finns nu också tillgänglig på marknaden. En sådan lösning försvårar också avsiktlig smuggling då förövarna har svårare att i förväg veta var den mobila utrustningen befinner sig.

Den utrustning som idag är installerad i Göteborgs hamn kan också utnyttjas mer effektivt genom att den omplaceras för att kunna utnyttjas för mätning av större mängd inkommande last än bara de utgående containrar som ingår i CSI-projektet. Förslagsvis bör så stor andel som möjligt av inkommande last kontrolleras.

Det krävs också bättre samordning mellan myndigheter när det gäller att motverka smuggling av radioaktivt material och kärnämne. Förslagsvis bör en arbetsgrupp inrättas för att samordna arbetet vad gäller beredskap, rutiner, fortsatt analys och omhändertagande av beslagttaget material. Ett spel eller en övning av smugglingsincident – från larm till beslag och analys – där radioaktivt material detekteras vid en gränskontroll kan vara ett bra sätt att testa att viktiga rutiner fungerar för alla involverade myndigheter både vad gäller detektion, fortsatt analys etc.

Utbildning för berörd personal, främst tulltjänstemän, är en förutsättning för att på ett effektivt sätt kunna hantera eventuella smugglingsincidenter. Oberoende av omfattning av framtida detektionskapacitet bör utbildning om denna problematik ges till berörd tullpersonal.

Säkerheten vid hantering av radioaktivt material och kärnämne i Sverige

Förvaring, hantering och transport av *kärnämne* har sedan lång tid tillbaka omgärdats av ett högt säkerhetstänkande när det gäller att förhindra otillbörlig tillgång till materialet. De nationella och internationella riktlinjer och krav som finns utarbetade resulterar i praktiska åtgärder som ger ett gott fysiskt skydd åt materialet.

Säkerheten runt *strålkällor och radioaktivt material* är däremot inte av samma dignitet som för kärnämne och det fysiska skyddet för strålkällor och radioaktivt material är idag inte tillräckligt för att förhindra stöld eller otillbörlig tillgång.

¹⁵ Att kunna mäta neutroner ger möjligheten att kunna detektera kärnämne som inte har tillräckligt kraftig gammastrålning.

Fasta bestrålningsapparater (strålkänoner, steriliseringsutrustning) är oftast så stora och ohanterliga och materialet är så väl inneslutet att de av denna anledning inte kan anses utgöra någon större stöldrisk – men däremot vid omladdning och transport. När det gäller portabla utrustningar med starka strålkällor behövs ytterligare krav på säkerhetsåtgärder för att förhindra stöld främst under hantering och transport av utrustningen. Förvaring av denna typ av strålkällor bör också ses över.

Åtgärder: Säkerheten vid hantering, förvaring och transport av strålkällor bör ses över för att förhindra otillbörlig tillgång till materialet. Den kategorisering av strålkällor och de säkerhetsåtgärder som IAEA föreslår bör snarast implementeras nationellt, men det bör också påpekas att man i dessa dokument inte tagit hänsyn till socioekonomiska effekter vilket kan leda till krav på högre säkerhet hos vissa typer av strålkällor även om de av radiologiska skäl klassats lågt.

De nya hot som idag är aktuella när det gäller radioaktivt material och strålkällor bör resultera i en förstärkning av det fysiska skyddet för strålkällor. De nya krav som kommer i och med det föreslagna EU-direktivet bör förstärkas ytterligare med specifika föreskrifter för att förhindra stöld av starka strålkällor (enligt definitionen av starka strålkällor i EU-direktivet).

Vid transporter av radioaktivt material och kärnämne är nya riktlinjer på gång genom ADR-S. Teknik för att förhindra t.ex. kapning av en transport med farligt gods (t.ex. förarsensorer) finns tillgänglig idag och kan vara relevant att introducera för vissa känsliga transporter.

Rapporteringskrav för incidenter rörande radioaktivt material vid smältverk och skrotgårdar bör införas. Incidenter med förlorade strålkällor och radioaktivt material som sedan återfinns bör också registreras och dokumenteras väl hos myndigheterna för att ge en bättre bild av flöden och risker inom Sverige. Handlingsplan för hur kontaminerat material som detekterats vid smältverk skall hanteras bör dessutom utarbetas.

Sverige bör förutom bekräftade, avsiktliga smugglingsfall även rapportera upphittade och förlorade strålkällor samt annat upphittat radioaktivt material till IAEA:s databas. Sverige bör även driva frågan inom IAEA att liknande rapporteringskriterier bör gälla alla deltagande medlemsländer.

Att ha en god beredskap för att kunna detektera, hantera och sanera efter incidenter med radioaktivt material och kärnämne är i sig ett avskräckande medel för en eventuell aktör. En god beredskap som resulterar i en begränsning av de effekter som en aktör kan ha i åtanke kan således ha en avhållande effekt.

Övriga identifierade förslag till åtgärder

Om möjligt bör man försöka välja andra alternativ än strålkällor för vissa tillämpningar (t.ex. röntgenutrustning) där en ökad säkerhet är relevant.

Sverige bör försöka medverka till att kontrollen och det fysiska skyddet av kärnämne och radioaktivt material vid anläggningar i f.d. Sovjetunionen stärks ytterligare.

Det särskilda regelverk som reglerar transport av kärnämne och radioaktiva material i Sveriges territorialhav och ekonomiska zon bör noteras.

6 ORDLISTA

Anrikningsgrad

I uran är det den fissila isotopen U-235 som är intressant ur kärnenergisympunkt. För att få ett fungerande bränsle för en lättvattenreaktor måste halten av denna fissila isotop ökas från 0,72 % (naturligt uran) till ca 3 %. Det är procenthalten av U-235 som benämns anrikningsgrad.

CSI

Container Security Initiative.

Höganrikat uran

Till höganrikat uran räknas uran som anrikats med avseende på isotopen U-235 från naturlig halt (0,72 %) upp till en halt högre än 20 %.

IAEA

International Atomic Energy Agency.

ITRAP

”Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program” – ett internationellt test av kommersiella instrument för detektion av gamma- och neutronstrålning vid gränsövergångar.

Isotoper

Ämnen som har samma antal protoner men olika antal neutroner kallas isotoper.

Kriticitetsolycka

En olycka involverande kärnämne (uran eller plutonium) där sammansättningen av kärnämne och moderatormaterial är sådan att kriticitet kan uppstå dvs. en kedjereaktion startas och ge kraftig energiutveckling och strålning.

Kärnämne

Uran, plutonium och andra ämnen som kan användas för utvinning av kärnenergi.

Låganrikat uran

Till låganrikat uran räknas uran som anrikats med avseende på isotopen U-235 från naturlig halt (0,72 %) upp till en halt mindre än 20 %.

NIS

Newly Independent States, dvs. alla f.d. Sovjetrepublikerna.

Nuclear Suppliers’ Group (NSG)

En sammanslutning av 40 exportländer som utarbetar riktlinjer för export och licensiering för att förhindra att nukleärt material och kärnteknisk utrustning används i kärnvapensammanhang.

Sluten strålkälla

Strålkälla bestående av ett radioaktivt ämne fast bundet i ett massivt icke radioaktivt material eller inneslutet i en icke radioaktiv kapsel, tillräckligt starkt för att vid normal användning hindra spridning av det radioaktiva materialet.

Öppen strålkälla

Fast, vätska eller gasformigt radioaktivt ämne som inte är permanent inneslutet i en kapsel.

7 REFERENSER

- [1] *Categorization of Radiation Sources*, Revision of IAEA-TECDOC-1191, IAEA-TECDOC-1344, Wien 2003
- [2] Testimony of Dr. Henry Kelly, President Federation of American Scientists before the Senate Committee on Foreign Relations, March 6, 2002
- [3] *Report on Preliminary Fact-Finding Mission Regarding Accident at Nuclear Fuel Processing Facility in Tokaimura, Japan*, IAEA, Wien, 1999
- [4] Bill Gertz, *Terrorists could use mass destruction arms*, The Washington Times, 2001-09-27
- [5] *Al-Qaeda tried to get nuclear material*, The News International, Pakistan, 2001-10-16
- [6] Helsingin Sanomat Foreign (2003-04-16). *Thief discards radioactive parts of Russian lighthouse in Gulf of Finland*.
- [7] STUK Nyheter (2003-04-22). *Strålningskällan i Finska viken är nu i tryggt förvar*.
- [8] *Final Report, ITRAP, Illicit Trafficking Radiation Detection Assessment Program*, Austrian Research Centers Seibersdorf, Health Physics, Radiation Protection, 2000
- [9] *Strålskyddslagen*, SFS 1988:220
- [10] *Strålskyddsförordning*, SFS 1988:293
- [11] *Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om verksamhet med acceleratorer och slutna strålkällor*, SSI FS 2000:9
- [12] *Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om laboratorieverksamhet med radioaktiva ämnen i form av öppna strålkällor*, SSI FS 2000:7
- [13] *Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om användning av industriutrustningar som innehåller slutna strålkällor eller röntgenrör*, SSI FS 1995:2
- [14] *Security of radioactive sources*, Interim guidance for comment, IAEA-TECDOC-1355, Wien, June 2003
- [15] Statens kärnkraftinspektions föreskrifter om säkerhet i vissa kärntekniska anläggningar föreskrifter, SKIFS 1998:1
- [16] Charles D Ferguson, Tahseen Kazi and Judith Perera: *Commercial radioactive sources: Surveying the security risks*, Occasional Paper No. 11, Center for Nonproliferation Studies, January 2003.

-
- [17] “*Protecting Against the Spread of Nuclear, Biological and Chemical Weapons, Volume 2: The Challenges*”, Center for Strategic and International Studies, January 2003.
- [18] “*Russian Nuclear Submarine Dismantlement and the Naval Fuel Cycle*”, J. C. Moltz, The Nonproliferation Review/Spring 2000.
- [19] “*MPC&A Program Strategic Plan*”, DOE and NNSA, July 2001.
- [20] “*Annual Report to Congress on the Safety and Security of Russian Nuclear Facilities and Military Forces*”, National Intelligence Council, February 2002.
- [21] “*Nuclear Weapons in Russia: Safety, Security and Control Issues*”, Congressional Research Service for Congress report code IB98038, 2002-04-12.
- [22] Scott Parrish, *Are Suitcase Nukes on the Loose? The Story Behind the Controversy*, November 1997, NTI:s hemsida <http://www.nti.org/db/nisprofs/over/lebedlg.htm>
- [23] “*Weapons of Mass Destruction*”, United States General Accounting Office report no GAO-03-482, March 2003.
- [24] Morten Bremer Maerli: *U.S.-Russian naval security upgrades: Lessons learned and future steps*, Yaderny Kontrol Digest, Fall 2002.
- [25] “*Accomplishments of Selected Threat Reduction and Nonproliferation Programs in Russia, by Agency*”, Russian American Nuclear Security Advisory Council, 10 June 2003.
- [26] *Russia's toothless nuclear inspectorate*, Foreign Report, 2003-07-24.
- [27] “*Protecting Against the Spread of Nuclear, Biological and Chemical Weapons, Volume 3: International Responses*”, Center for Strategic and International Studies, January 2003.
- [28] “*Svenskt bilateralt stöd för rehabilitering av Andreeva Bay*”, C. Bergman, SIP, 2003-03-06.
- [29] “*Nuclear Nonproliferation*”, United States General Accounting Office report no GAO-02-426, May 2002.
- [30] ITAR-TASS, 2003-03-05.
- [31] ADR-S, *Statens räddningsverks föreskrifter om transport av farligt gods på väg och i terräng*, SRVFS 2002:2
- [32] ”*Nya regler om transportsäkerhet*”, Farligt gods-bladet nr. 2, 2003
- [33] *Convention on the Physical Protection of Nuclear Material*, INFCIRC/274/Rev.1, IAEA, Wien 1980

-
- [34] *United Nations Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS, UN Sales No. E.83.V.5)
- [35] Davenport, Elaine, Paul Eddy, and Peter Gillman. *The Plumbat Affair*. London: Deutsch, 1978. Philadelphia: Lippincott, 1978.
- [36] "International Conference on the Safety of Transport of Radioactive Material", juli 2003. Dokument IAEA-CN-101, särskilt kapitel 10.
- [37] *Safety of radiation sources and security of radioactive materials*, Konferens i Dijon, Frankrike 14-18 september 1998, IAEA TECDOC 1045, Wien 1998
- [38] IAEA resolution, IAEA GC(43)/RES/10
- [39] *Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources*, IAEA Safety Series N. 115, Wien 1996
- [40] *Code of Conduct on the Safety and Security of Radioactive Sources*, IAEA CODEOC/2001, Wien 2001
- [41] *The Physical Protection of Nuclear Material and Nuclear Facilities*, INFCIRC/225/rev.4 (Corrected), IAEA, Wien 1999.
- [42] "Detection of radioactive materials at borders", IAEA TECDOC Series No. 1312, 2002.
- [43] "Response to Events Involving the Inadvertent Movement or Illicit Trafficking of Radioactive Materials". IAEA TECDOC Series No. 1313, 2002.
- [44] "Prevention of the Inadvertent Movement and Illicit Trafficking of Radioactive Materials". IAEA TECDOC Series No. 1311, 2002.

Appendix 1

Några vanliga radioaktiva isotoper och dess egenskaper

Isotop	Halveringstid	Huvudsaklig användning	Specifik gamma-doshastighet ¹ (μSv/h)
²³⁵ U	7,0·10 ⁸ år	Kärnämne	1.60 x 10 ⁻⁵
²³³ U	159 200 år	"	8.18 x 10 ⁻³
²³⁹ Pu	24 110 år	"	1.53 x 10 ⁻²
		"	
¹³⁷ Cs	30 år	Industri, forskning	1.93 x 10 ⁵
⁶⁰ Co	5,3 år	"	1.15 x 10 ⁷
¹⁹² Ir	74 d	"	3.00 x 10 ⁷
²⁴¹ Am	433 år	"	3.13 x 10 ²
²²⁶ Ra	1600 år	"	2.44 x 10 ¹
⁵⁷ Co	271 d	"	4.14 x 10 ⁶
¹³³ Ba	10,5 år	"	3.75 x 10 ⁵
²³² Th	1,4·10 ¹⁰ år	"	6.43 x 10 ⁻⁸
²⁵² Cf	2,64 år	"	4.41 x 10 ¹
⁹⁰ Sr	28,5 år	"	
⁷⁵ Se	120 d	"	
^{99m} Tc	6 h	Medicin	2.66 x 10 ⁹
²⁰¹ Tl	73,1 h	"	1.96 x 10 ⁷
⁶⁷ Ga	78,3 h	"	3.62 x 10 ⁸
¹²³ I	13,2 h	"	1.15 x 10 ⁹
¹²⁵ I	60,1 d	"	1.66 x 10 ⁵
¹³¹ I	8,0 d	"	1.90 x 10 ⁸
¹¹¹ In	2,8 d	"	6.47 x 10 ⁸
¹³³ Xe	5,3 d	"	2.29 x 10 ⁷
¹⁹² Ir	74 d	"	3.00 x 10 ⁷
³² P	14,3 d		
³³ P	25,3 d		
³⁵ S	87,5 d		
⁴⁰ K	1,28·10 ⁹ år	Naturligt förekommande	4.41 x 10 ⁻³
²²⁶ Ra	1600 år	"	2.44 x 10 ¹
²³² Th	1,4·10 ¹⁰ år	"	6.43 x 10 ⁻⁸
²³⁸ U	4,5·10 ⁹ år	"	8.63 x 10 ⁻⁸

1) Beräknat för 1 gram material på 1 meters avstånd. Genomsnittlig bakgrundstrålning i Sverige är ca 5000 μSv per år.

Appendix 2

Fallbeskrivningar för incidenter i Sverige

Stölder av radioaktiva ämnen i Sverige

Fall 1

Två flickor, 13 och 15 år gamla, som tjuvåkade med tåget mellan Stockholm och Göteborg på kvällen 1 april 1991 var huvudpersoner i stölden av 2,1 GBq I-131. Flickorna tog sig in i resgodsvagnen där paketet med 2 ml radioaktiv jod, som skulle till sjukhuset i Skövde, befann sig. I tron att paketet märkt "Radioactive" kunde innehålla en freestyle-radio tog de med sig paketet. Konduktören upptäckte snart att paketet var borta och när han senare påträffade flickorna utan biljett kopplade han ihop händelserna och larmade polisen i Örebro. Innan tåget anlände till Örebro hade dock flickorna flytt genom ett fönster när tåget stannade i Frövi. Det öppnade paketet hittades på tåget, men ampullen med radioaktiv jod var borta.

När flickorna inte påträffats vid 12-tiden dagen därpå utgick rikslarm i radion och inom några timmar greps flickorna i Örebro. Den ena flickan hade då haft den radioaktiva joden i fickan i nästan ett helt dygn. Den första uppskattningen av stråldosen antydde att en lokal hudskada (rodnad) kunde ha uppstått om ampullen legat på samma ställe hela tiden och dikt an mot huden. Dessbättre fanns inga tecken på rodnad så slutsatsen var att ampullen flyttats omkring tillräckligt för att undvika hudskada¹.



Urklipp från Strålskyddsnytt 3/91 (1991).

Fall 2

Bara fyra år senare inträffade en snarlik händelse. Denna gång var det 2 GBq P-32 i form av ett radioaktivt läkemedel som förlorades från resgodsvagnen på tåget mellan Oslo och Stockholm natten till 21 maj, 1995. Polisutredningen visade senare att paketet stulits av några passagerare som åkte med tåget mellan Karlstad och Kristinehamn på lördagsnatten. När paketets innehåll visade sig vara ointressant för dem kastar de det i en grop på en byggarbetsplats.

Där fann en 12-årig pojke paketet och tillsammans med sin några år äldre bror och dennes kamrat lyckas de få ut ampullen med den radioaktiva fosfor ur sitt strålskydd, men stoppar därefter tillbaka

¹ Jonas Karlberg, Jodstöldsepilog, Strålskyddsnytt 3/91 (1991)

den. Pojkarna tar dagen därpå med sig fyndet till skolan för att visa sin fysiklärare. Denne konstaterar att det strålar rejält om burken och larmar polisen. Det visar sig att ungefär en tredjedel av det radioaktiva innehållet då läckt ut och bl.a. kontaminerat den villaaltan där burken stått under natten. En av pojkarna är också svagt kontaminerad på händer och tröja².

Fall 3

Skanska blev 1995 bestulna på en mätutrustning innehållande en strålkälla innehållande radium (Ra-226) och beryllium. Utrustningen användes för bland annat densitetsmätning av vägbeläggningar. Ytterligare detaljer kring händelsen saknas, men utrustningen skall enligt uppgift från SSI senare ha återfunnits i Jönköping.

Oavsiktliga incidenter med radioaktivt material

Fall 1

Vid Fundia Steel AB i Smedjebacken detekterades en kontaminerad skrotlast i augusti 1995³. Vid närmare kontroll av SSI visade det sig att kontaminationen var Cs-137 och härrörde från själva lastvagnen och inte skrotet i sig. Stråldoshastigheten på ytan var ca 100 µSv/h. Det cesium man detekterade hade inte sitt ursprung ifrån nedfall från Tjernobylyolyckan utan måste ha berott på kontaminering med annat cesium. Lastvagnen hade sitt ursprung från Tyskland och återsändes så småningom dit.

Fall 2

I juni 1996 upptäcktes vid Fundia Steel AB att redan nedsmält järnskrot var kontaminerat av Co-60⁴. SSI uppmätte ca 700 Bq/kg (gränsvärdet 100 Bq/kg). Detta var första gången i Sverige som kontaminerat skrot slunkit igenom och hamnat i färdiga stålprodukter. Orsaken att det kunde ske var ett tillfälligt fel i larmöverföringen vid Fundias detekteringssystem. Dessa stålprodukter står nu på avklingning hos företaget.

Fall 3

I en container med blandat metallskrot från Lunds Lasarett detekterades 1996 ett instrument innehållande Sr-90 vid skrotfirman Gotthard Nilsson i Malmö⁵. Instrumentet var en gaskromatograf av äldre modell (60-talet) och aktiviteten av Sr-90 uppskattades till 400 MBq.

Fall 4

Fem stycken rörbitar som detekterades vid Fundia AB 1997 gav en stråldoshastighet på 0,7-1,5 µSv/h (Ra-226). Rören hade en beläggning på insidan, troligtvis orsakad av långvarig kontakt med radonhaltigt vatten. Skrotet härstammade från Tyskland.

Fall 5

Vid en rutinkontroll av nedsmält metallprodukt vid Avesta Sheffield AB (numera Avesta Polarit AB) fann man i februari 1998 en förhöjd aktivitet av Co-60. Metallprodukten innehöll i genomsnitt 250 Bq/kg och totalt 79,3 ton kontaminerades. Man kunde inte härleda vem som levererat strålkällan.

Fall 6

Vid Avesta Sheffield smälte man i augusti 1998 av misstag ned en strålkälla innehållande Ir-192. Strålkällan gav inget larm i den detekteringsutrustning som företaget har installerat, förmodligen på

² Jonas Karlberg, Ny nuklidstöld på nattåg, Strålskyddsnytt 2/95 (1995).

³ Tord Larsson, Radioaktiv järnvägsvagn stoppade järnverk, Strålskyddsnytt 3-4/95 (1995)

⁴ Fundia kräver skadestånd för radioaktivt järnskrot, Finanstidningen, 16 februari 1996

⁵ Teresa Kupfer, Svensk strålkälla upptäckt i skrotkontroll, Strålskyddsnytt 4/96 (1996)

grund av att strålkällans aktivitet avklingat så pass mycket att den var svår att mäta. Aktiviteten hos källan uppskattades till 8 GBq. Strålkällan kom troligen från en skrotlast från Ryssland. Stålet (100 ton) fick lagras på plats i väntan på att aktiviteten skulle avklinga⁶.

Fall 7

I december 1999 detekterades en strålkällan innehållande amerций-241 hos Stena Bilfragmentering AB i Huddinge. Strålkällan misstänktes härröra från Vägverket Produktion Syd som vid tillfället hade tillstånd för denna typ av strålkälla, men inte kunde redovisa var mätutrustningen fanns⁷. SSI kunde dock inte bevisa att strålkällan tillhört just Vägverket. Incidenten är rapporterad till IAEA:s databas.

⁶ Tord Larsson, Carl-Göran Stålnacke, Meltdown of an iridium-192 source, SSI News, No 2, 1998

⁷ Tord Larsson, Misstänkt brott mot strålskyddslagen, Strålskyddsnytt 2/2000 (2000)

Appendix 3

Fallbeskrivningar för incidenter utanför Sverige

Stölder av kärnämne i Ryssland

De ryska statliga rapporterna till IAEA:s Illicit Trafficking Data Base är mycket knapphändiga, men genom att dessutom studera tidningsartiklar kan man skapa sig en bild av vad som ungefärligen inträffat.

Fall 1

Ett av de två av Ryssland bekräftade fallen med kärnämne i IAEA:s databas inträffade i mars 1994 då tre män arresterades för att ha fört ut ungefär 3 kg höganrikat uran av vapenkvalitet (90 %) från en av atomenergiministeriets fabriker i Moskvaregionen. En källa anger att de tre männen var mellan 25 och 35 år. En av förövarna ska ha varit slaktare och en annan rörmokare. Genom att gömma uranet i skyddshandskar (mängden uran motsvarar ungefär en kaffekopp i volym) hade det höganrikade uranet smugglats ut. Avsikten med stölden uppges ha varit att sälja uranet i Tyskland för 300 dollar per gram, vilket i 1993 års växelkurs skulle ha inbringat knappt 7 miljoner svenska kronor. Genom att förövarna gjorde ett antal förfrågningar till företag i St. Petersburgregionen kom den ryska säkerhetstjänsten männen på spåret och affären kunde rullas upp.

Fall 2

Det andra av Ryssland bekräftade fallet med höganrikat uran inträffade i juni 1995 och rörde 1,7 kg med en anrikningsgrad av 21 %. Allt som sägs i de officiella rapporterna är att en arbetare vid en fabrik i Elektrostal strax utanför Moskva ska ha fört ut uranet från en fabrik och senare arresterats inne i Moskva.

Fall 3

Ett fall som inte bekräftats av Ryssland, men som är mycket omskrivet inträffade 1993 i Murmanskregionen. Två män, Popov och Antonov, som tjänstgjorde vid den ryska ishavsflottan arresterades den 29 juli för att ha stulit ubåtsreaktorbränsle bestående av 1,8 kg höganrikat uran (36 %). Stölden gjordes från ett av den ryska flottans lager vid Andreevaviken ca 40 km från den norska gränsen. Männen skyllde på två officerare som de påstod anstiftat brottet, men båda dessa frikändes vid rättegången. Popov dömdes till fem och Antonov till fyra års fängelse [1].

Otillåtet innehav av kärnämne i Tyskland

Fall 1

Det mest omskrivna fallet inträffade i München den 10 augusti 1994 då man på Münchens flygplats gjorde det största beslaget av plutonium i världen hittills. Två spanjorer, Julio Oroz Eguia, 49, och Javier Bengoechea Arratibel, 61, och en colombian, Justiniano Torres Benitez, 38, som kom med flyg från Moskva greps då de försökte föra in 363,4 gram plutonium och 201,6 gram Li-6 i Tyskland. Enligt de mediauppgifter som finns om fallet ska den tyska säkerhetspolisen via en tysk informatör i Spanien ha planerat en uppgift i kriminella kretsar om att det fanns en intresserad köpare av plutonium. En agent från säkerhetstjänsten uppträdde som köpare och gav smugglarna ett bud om att köpa 4 kg plutonium för 276 miljoner dollar.

Den tyska säkerhetspolisen kom att anklagas för att ha riskerat människors hälsa genom att låta männen genomföra plutoniumsmugglingen ombord på ett vanligt passagerarplan. Försvarsadvokaterna

använde sig också av detta faktum i sitt försvar av männen. Fängelsestraffen för männen blev för Torres 4 år och 10 månader, Oroz 3 år och 10 månader och Bengoechea 3 år. Fem år efter beslaget, i augusti 1999, beslöt sig domstolen i Augsburg för att lägga ner åtalet mot den tyska polisen för anstiftan av smuggling eftersom man ansåg att bevis för detta saknades. Det ryska vapenlaboratoriet i Obninsk har utpekats som källa till plutoniet [ii].

Fall 2

Ytterligare ett beslag omfattade en mängd större än ett gram plutonium. Den 10 maj 1994 beslagtogs 6,2 gram plutonium i Tengen i södra Tyskland hos affärsmannen Adolf Jäkle. Totalt hittades omkring 60 gram radioaktivt material. Jäkles egendom genomsöktes eftersom han var misstänkt för sedelförfalskning då polisen fann plutoniet gömt i dennes garage. Jäkle hade flera gånger besökt Ryssland och plutoniet misstänktes komma därifrån. Jäkle dömdes till fängelse i fem år och sex månader. Åtalet mot honom omfattade mer än innehavet av plutonium.

Fall 3

Det enda beslaget av höganrikat uran (0,8 gram, 87,7 % U-235) i Tyskland under perioden gjordes i Landshut i Bayern den 13 juni 1994. En 49-årig kvinnlig fastighetsmäklare från Tyskland, tre män från Slovakien och två män från Tjeckien arresterades i samband med beslaget. Huvudmannen i härvan, en tjeck, dömdes till två års fängelse. De övriga fick böter och två års övervakning.

Uranet var ett varuprov från ett större parti höganrikat uran. Huvuddelen av detta uran, 2,73 kg, kunde sedan beslagtas i Prag ett halvår senare och ytterligare tre personer arresterades. En av tjeckerna var en kärnfysiker vid namn Jaroslav Vagner. En polis som hade hjälpt männen med information arresterades också. De tre huvudmännen dömdes till mellan 8 och 9 års fängelse efter att högsta domstolen skärpt de straff som utdelats av en lägre domstol. Även i detta fall anses de klyvbara ämnena ha stulits från vapenlaboratoriet i Obninsk [ii].

Ligan från Ust-Kamenogorsk, Kazakstan

Ett av de mer omfattande fallen både vad det gäller mängden stulet radioaktivt material och inblandade personer inträffade 1995 kring Ulba metallurgiska fabrik och Bly-zink-kombinatet i Ust-Kamenogorsk i Kazakstan. Utvecklingen liknade ett kedjebrev eftersom varje ny person i ligan i stort sett rekryterade en ligamedlem till för att komma över radioaktivt material. Vad som startade med två personers diskussion kring möjligheterna att sälja radioaktivt material slutade med att 18 människor dömdes till fängelsestraff mellan tre och åtta år. Ingen av de fem kvinnor som ingick i ligan behövde sitta av sina fängelsestraff eftersom de fick amnesti av presidenten [i].

Hjärnorna bakom stölderna handlade med metall. Viktor Krinitsyn kom från Ust-Kamenogorsk och Evgeniy Zaikin från Novosibirsk i Ryssland. Krinitsyn ansvarade för att hitta radioaktiva ämnen och förhandla om priset. Zaikin analyserade materialet, hittade köpare och skötte ekonomin. De två männen började med att rekrytera en tullare från Novosibirsk som skulle se till att de kunde föra de radioaktiva ämnena till Ryssland eller andra länder. En avdelningschef på det kontor som hade hand om utlandshandel vid Ulbafabriken var en annan person som tidigt rekryterades.

Sommaren 1995 rekryterade man en av fabrikens svetsare för att stjäla uran. Svetsaren i sin tur övertalade en lagerförman att föra bort fem 6-litersbehållare som innehöll uranbränsle. En annan gren av ligan stal tantalum och torium. Med hjälp av de tidigare nämnda kvinnorna stals 20 lådor som innehöll ungefär 500 kg torium. I november 1995 uppmärksammade KNB, den kazakiska säkerhetstjänsten att radioaktiva ämnen försvann från Ulba. Utredningen ledde snart fram till Krinitsyn och hans medhjälpare. Eftersom nätverket nådde ända till Novosibirsk informerades även FSB, den ryska säkerhetstjänsten. Tillsammans höll nu säkerhetstjänsterna gruppen under uppsikt. En agent fick

så småningom spela rollen av en affärsman från Vladivostok och köpte 4 kg uranpellets för 800 000 dollar.

En efterföljande genomsökning av lägenheter och hus som tillhörde brottslingarna avslöjade 146,4 kg uranpellets och 438,7 kg Th-232 från Ulba. Dessutom hittade man 58,3 resp. 19,9 kg av de sällsynta metallerna tallium och indium som stulits från Bly-zink-kombinatet.

Oavsiktliga incidenter med herrelösa strålkällor och radioaktivt material

Flera av de beskrivna fallen kretsar kring stölder, som i sig varit avsiktliga, men där förövarna antingen inte känt till det radioaktiva innehållet eller grovt underskattat dess effekter.

Fall 1 - Juarez, Mexiko, 1983

Ett sjukhus, Centro Médico, i Juarez (vid Mexikos gräns mot USA nära den amerikanska staden El Paso i Texas) köpte på 70-talet utan att begära tillstånd en begagnad bestrålningsutrustning, som när olyckan inträffade innehöll ungefär 15 TBq Co-60. Utrustningen blev därefter stående i ett förråd under sex år eftersom ingen kunde sätta den i drift. En underhållstekniker, Vicente Sotelo Alardin, fick i uppdrag att tömma förrådet och sålde då så mycket som möjligt av det som fanns där, inklusive bestrålningsutrustningen, som skrot. I samband med detta tog han isär utrustningen varvid strålkällan delvis blottades. Lyckligtvis skedde detta utan att Alardin⁸ fick någon större stråldos. Själva strålkällan innehöll 6 000 Co-60-pellets och när behållaren gick sönder kom dessa att spridas bl a på flaket till den lilla lastbil av pickuptyp som han använde för att köra utrustningen till skrothandeln Jonke Fénix.

En magnetkran på skrotupplaget spred de små flisorna vidare. De kom att kontaminera annat skrot samt fordon som användes för transporter. Den pickup som teknikern använt drabbades av en punktering och blev därför stående i åtta veckors tid i Juarez. Ett okänt antal människor, bl a barn som lekte på och kring den övergivna lastbilen, blev i samband med detta bestrålade.

Järn från skrotupplaget såldes för nedsmältning. Bl a användes det för tillverkning av armeringsjärn. Av en lycklig slump kom en del av armeringsjärnet att skickas till ett byggprojekt i närbelägna Los Alamos. Detektorer vid Los Alamos National Laboratory, som främst var till för att skydda från oavsiktlig utförelse av radioaktiva ämnen, larmade när lastbilen med armeringsjärn passerade. Ett larm i en polisbil i Illinois utlöstes några dagar senare när en bil med bordsben i järn passerade. När det visade sig att den gemensamma nämnaren i dessa båda fall var järn från Jonke Fénix i Juarez kunde hela historien rullas upp.

Amerikanska och mexikanska myndigheter spenderade mer än 30 miljoner dollar för att spåra och ta tillbaka det kontaminerade järn, som hade spritts till Kanada, Mexiko och 23 amerikanska delstater, samt sanera Juarez från Co-60.⁹ Sex tusen ton armeringsjärn hade kontaminerats, hundratals byggnader revs helt eller delvis och åttio människor bedömdes ha fått icke-obetydliga stråldoser. Inga akuta strålskador kunde dock påvisas [ⁱⁱⁱ, ^{iv}]

Fall 2 – Marocko, 1984

En Ir-192-strålkälla innehållande 600 GBq Ir-192 och som användes för radiografering av svetsfogar i ett kraftverksbygge föll till marken utan att arbetarna lade märke till det. En förbipasserande plockade upp strålkällan, utan att veta om dess innehåll, och tog med den hem. Under perioden mars – juni 1984 avled därför åtta personer och tre personer blev svårt sjuka till följd av akuta strålskador. Läkarna antog att personerna förgiftats. Först efter det åttonde och sista dödsfallet kunde den verkliga orsaken avslöjas [^v].

⁸ Alardin fick smeknamnet ”El Cobalto” efter att händelseförloppet klarlagts.

⁹ Alardin sägs ha inkasserat nio dollar vid skrotförsäljningen.

Fall 3 - Goiânia, Brasilien, 1987

Goiânia är den mest uppmärksammade och välkända bland olyckor världen över med herrelösa strålkällor. En utrustning för patientbestrålning innehållande 50,9 TBq Cs-137 lämnades helt åt sitt öde när en privat klinik flyttade. Strålkällan stals sedan pga. dess metallvärde för att säljas som skrot. Behållaren innehållande Cs-137 i form av löslig cesiumklorid öppnades och spreds bland medlemmarna av många familjer som kom att fascineras av det glänsande pulvret.

I motsats till olyckan i Marocko var det en läkare i Goiânia som relativt snabbt misstänkte akut strålsjuka när patienterna började hopa sig ungefär en vecka senare. Därför kunde vidare spridning relativt snabbt stoppas. Fyra personer dog och ungefär femtio personer fick icke-obetydliga stråldoser. Ett par hundra personer hade kontaminerats och man tvingades screena mer än 100 000 personer för kontaminering.

Saneringen av Goiânia kostade omkring 35 miljoner dollar. Det omhändertagna materialet uppgick till 3 500 kubikmeter. Åttiofem bostäder var kontaminerade, en del så svårt att man var tvungen att riva sju hus.

De psykologiska effekterna var betydande. Människor från Goiânia kom att nekas resor med bussar och flyg. Jordbruksprodukter från Goiânia bojkottades och turistindustrin reducerades till intet. Det tog fem år för regionen att komma tillbaka till samma nivå av sålda producerade varor som man hade innan olyckan [^{vi}].

Fall 4 - Jilin, Kina, 1992

Uppgifterna är knapphändiga, men det verkar som att i detta fall en arbetare tog hem en strålkälla för industriellt bruk innehållande Co-60. Till följd av detta kom åtta personer så småningom att exponeras för strålning. Tre av dessa dog till följd av akuta strålskador [^{vii}].

Fall 5 - Tammiku, Estland, 1994

I oktober 1994 stals en strålkälla innehållande Cs-137 från ett låst utrymme på ett upplag för farligt avfall som de estniska myndigheterna övervakade. Tre bröder stal strålkällan, en av dessa stoppade strålkällan i fickan och tog hem den. Denne sökte sig till sjukhus fyra dagar senare eftersom han vid stölden skadats i ena benet av ett fallande oljefat. Hans tillstånd blev dock allt sämre och han avled knappt två veckor efter stölden.

En sambo, hennes son och mor, som bodde i samma bostad bestrålades i varierande grad av strålkällan. Det gick 27 dagar innan strålkällan omhändertogs. Detta skedde efter att mannens styvson uppvisat klara tecken på lokala strålskador i händerna. Vid det laget var även stölden i förrådet känd [^{viii}].

Fall 6 - Gilan, Iran, 1996

Detta är en olycka som mycket liknar den i Marocko 1984 men inte med lika allvarliga följder. Under radiografering av svetsfogar i ett kraftverk i Iran ramlade strålkällan innehållande Ir-192 ner på golvet utan att operatören lade märke till det. En annan arbetare stoppade det glänsande pennliknande föremålet, innehållande strålkällan, i bröstfickan där det sedan blev kvar under en och en halv timme. Den kraftiga lokala stråldos detta gav upphov till resulterade i en allvarlig strålskada. Arbetaren överlevde, men en svårartad nekros, vilken krävde avancerad plastikkirurgi, uppstod på högra sidan av bröstet på den del som legat närmast strålkällan. Även högra armbågen skadades. Behandlingen utfördes till största delen i Paris [^{ix}].

Fall 7 - Lilo, Georgien, 1997

När den sovjetiska militären upplöstes och Georgien övertog en gränspostering lämnades en stor mängd strålkällor för övningsändamål kvar. Med svenska mått mätt rörde det sig om relativt kraftiga strålkällor. Vid posteringen fanns främst tolv strålkällor som vardera innehöll 150 GBq Cs-137. Vid IAEA:s efterföljande sökoperation hittades även en strålkälla som innehöll Co-60 och omkring tvåhundra som innehöll Ra-226.

Elva av gränsvakterna fick främst lokala strålskador. Många hade t ex skadade fingrar. Till följd av att en strålkälla under lång tid legat i fickan på en rock som vakterna använde som extrafilt under kalla nätter och vid TV-tittande uppstod lokala hudskador på flera ställen av kroppen. Redan under 1996 började symptom på strålskador i form av hudrodnader och mer diffust i form av trötthet att uppträda i gruppen. Det dröjde dock ända till oktober 1997 innan läkarna kunde fastställa den verkliga orsaken och IAEA kopplades in för en ordentlig kartläggning av problemen.

De svårast skadade fick behandling i Ulm och Paris. Trots att det var klart fastställt vad som var orsak till skadorna var det ingen av gränsvakterna som medgav att de någonsin sett eller hanterat den typ av strålkällor som sedan påträffades [^x, ^{xi}].

Fall 8 - Istanbul, Turkiet, 1998

Ett turkiskt bolag som sålde utrustning för patientbestrålningar hade 1993 avtalat med en transportfirma att transportera tre uttjänta bestrålningsutrustningar tillbaka till den ursprungliga leverantören i USA. Transportfirman tog emot godset men lät bli att skicka iväg det. Firman kom i stället att lagra apparaterna under fem års tid. I februari 1998 flyttade så firman två av bestrålningsutrustningarna från Ankara till ett lager i Istanbul. Där blev det så småningom för trångt och apparaterna ställdes då på den tomma granntomten.

Granntomten köptes sedan av ett annat bolag som ovetandes om bestrålningsapparaternas natur sålde dessa vidare som skrot. Skrothandlaren som köpte utrustningen kände inte till strålskyddssymbolen. Apparaterna styckades därför och en av strålkällorna blottades. Tre dagar senare uppvisade tio personer som arbetat på skrotupplaget tecken på strålsjuka, men det dröjde ytterligare nästan en månad innan rätt diagnos ställdes och strålskyddsmyndigheten varskoddes.

Den turkiska strålskyddsmyndigheten kunde med stöd från IAEA så småningom slå fast att den blottade strålkällan innehöll 3,3 TBq Co-60 och att den andra bestrålningsapparaten med största sannolikhet inte innehållit någon strålkälla. Ingen av de exponerade arbetarna dog till följd av bestrålningen [^{xii}].

Fall 9 - Yanango, Peru, 1999

Detta är ytterligare en i raden av radiograferingsolyckor. Den uppvisar stora likheter med framför allt olyckan i Iran 1996. Även här rörde det sig om en strålkälla som lossnade vid kontroll av svetsfogar i ett kraftverk. Strålkällan innehöll 1,37 TBq Ir-192. Svetsaren vars fogar skulle kontrolleras stoppade strålkällan i bakfickan vid 16-tiden. Han fortsatte att jobba fram till klockan 21 då han åkte hem i en minibuss med 15 andra personer. Svetsaren klagade över smärta i höger skinka när han kom hem. Han tog av sig sina arbetsbyxor och lät sin fru titta på skadan. Han bytte därefter byxor och arbetsbyxorna med strålkällan blev liggande på golvet. Svetsaren besökte därefter en läkare som bedömde att han blivit biten av en insekt och rekommenderade en kompress över skadan. Åter hemma (vid 23-tiden) erinrade sig svetsaren metallföremålet han plockat upp och ställde det i badrummet.

Under tiden hade operatören av radiograferingsutrustningen upptäckt att utrustningen inte fungerade och att strålkällan saknades. Han började vid midnatt besöka de som befunnit sig vid utrustningen tidigare under dagen och kom vid 1-tiden på natten till svetsarens hus. Redan vid dörren till huset såg han på sitt strålskyddsinstrument att han kommit rätt. Svetsaren insåg tydligen varför han kommit mitt i natten för han öppnade dörren med strålkällan i handen. Svetsaren instruerades att kasta strålkällan ut på gatan och området spärrades av. Svetsaren och hans familj (fru och tre barn) fördes följande dag till Lima för medicinsk vård och strålkällan placerades åter i sin behållare samma natt.

Olyckan inträffade den 21 februari och under de följande tre månaderna vårdades svetsaren i Lima. I slutet på maj flögs han till Paris för specialistvård. Vid det laget var baksidan på höger lår svårt skadad av djupa, infekterade nekroser och man tvingades så småningom amputera hela det högra benet.

Även svetsarens fru fick en lokal strålskada efter att ha suttit ett tag på mannens byxor medan strålkällan ännu fanns kvar i byxorna. Parets tre barn har inte uppvisat några skador till följd av bestrålningen [^{xiii}].

Fall 10 - Samut Prakarn, Thailand, 2000

Olyckan inträffade med en uttjänt strålkälla innehållande 15,7 TBq Co-60. Den hade ursprungligen använts för patientbestrålningar, men övertogs kring 1994 utan myndigheternas tillstånd av en privat firma. När firman på hösten 1999 var tvungen att tömma det lager där strålkällan förvarats hamnade denna på en parkeringsplats.

Två män kom sedan på något sätt över strålkällan, antagligen genom stöld. Deras avsikt var att sälja bly och övrig metall till en skrotfirma. Tillsammans med två andra män försökte de därför separera bly från övrig metall. De fick så småningom ge upp dessa försök och vände sig den 1 februari 2000 till ett skrotupplag där de fick hjälp av en man med skärbrännare. Under denna behandling föll själva strålkällan helt och hållet ur sitt strålskydd. Därigenom kom sex människor med anknytning till skrotupplaget att utsättas för betydande stråldoser. Även de fyra män som ursprungligen kommit över strålkällan fick betydande doser och alla behövde så småningom vård.

Den 17 februari togs fyra personer in för vård på två olika sjukhus i Bangkok. Redan dagen efter ställde läkarna rätt diagnos och strålkällan kunde tas om hand. Mellan den 9 och 24 mars dog tre av personerna med anknytning till skrotupplaget. De fyra män som ursprungligen hanterat bestrålningsutrustningen fick betydande lokala strålskador, främst på händerna [^{xiv}].

Fall 11 - Mit Halfa, Egypten, 2000

Även i detta fall rörde det sig om en radiograferingsutrustning där strålkällan tappades bort. Detta skedde vid reparation av en gasledning i Mit Halfa 30 km norr om Kairo. En bonde hittade strålkällan innehållande 1,2 TBq Ir-192 på sin åker, tyckte den såg värdefull ut och tog hem den. Detta inträffade kring månadsskiftet maj-juni. Ungefär en vecka senare togs en nioårig son till bonden in på sjukhus och efter ytterligare några dagar övriga medlemmar i familjen.

Fadern och den nioårige sonen avled till följd av sina strålskador. Modern, en dotter och en äldre son överlevde trots att de fått höga stråldoser.¹⁰ Ungefär trehundra grannar till familjen uppskattas också ha fått icke-försumbara stråldoser.¹¹

¹⁰ Uppgifterna går isär om hur många barn (3-8) som fanns i familjen.

¹¹ Icke-försumbara stråldoser överstiger klart nivån för bakgrundsstrålning, men understiger den nivå som ger akuta strålskador.

Åtta personer från den firma som utförde svetsningsarbetet åtalades. Ägaren fick det strängaste straffet, sju års fängelse, fyra andra fick minst ett års fängelse, två fick böter och en frikändes [xv, xvi, xvii].

Fall 12 - Lja, Georgien, 2001

I december 2001 hittade tre skogsarbetare två knytnävsstora kolvliknande föremål som alstrade värme nära Lja i västra Georgien. Skogsarbetarna tog med sig föremålen till sin koja där de inom några timmar kom att uppvisa tecken på strålsjuka. De kolvliknande föremålen var i själva verket behållare för Sr-90 från termoelektriska generatorer (RTG) [xviii].



Sr-90-innehållande generator (RTG) av rysk konstruktion. Bild: IAEA

[i] P.N. Woessner, Nuclear Trafficking Incidents Database 2001

[ii] Lee III, R.W. Smuggling Armageddon – The nuclear black market in the former Soviet Union and Europe. St. Martin's Griffin, New York (1998).

[iii] Eliot Marshall, Juarez: An unprecedented radiation accident. *Science*, 223, 1152-1154 (1984).

[iv] P. Ortiz, M. Oresgun, J. Wheatley, Lessons from Major Radiation Accidents, IRPA-10, T-21-1, P-11-230 (2000).

[v] Nuclear nonproliferation – U.S. and international assistance efforts to control sealed radioactive sources need strengthening (sid 76), GAO-03-638, May 2003.

[vi] The radiological accident in Goiânia, IAEA, Wien ISBN 92-0-129088-8 (1988).

[vii] István Turai & Katalin Veress, Radiation Accidents: Occurrence, Types, Consequences, Medical Management, and the Lessons to be Learned, Central European Journal of Occupational and Environmental Medicine Vol. 7:1 3-14 (2001).

[viii] The radiological accident in Tammiku, IAEA, Wien ISBN 92-0-100698-5 (1998).

-
- [^{ix}] The radiological accident in Gilan, IAEA, Wien ISBN 92-0-110502-9 (2002).
- [^x] The radiological accident in Lilo, IAEA, Wien ISBN 92-0-101300-0 (2000).
- [^{xi}] T.M. Flidner, Ralf Peter och Eric Multon, personligt samtal 1999 (B.S.).
- [^{xii}] The radiological accident in Istanbul, IAEA, Wien ISBN 92-0-101400-7 (2000).
- [^{xiii}] The radiological accident in Yanango, IAEA, Wien ISBN 92-0-101500-3 (2000).
- [^{xiv}] The radiological accident in Samut Prakarn, IAEA, Wien ISBN 92-0-0110902-4 (2002).
- [^{xv}] East Tennessee Chapter of the Health Physics Society, Newsletter, April 2001.
- [^{xvi}] AP (Kairo), Equipment blamed in radiation deaths, 2000-06-27.
- [^{xvii}] Al-Ahram Weekly, Mit Halfa sentences, 2001-03-22-28.
- [^{xviii}] Reuters (Wien), IAEA says Georgia nuclear devices now safely stored, 2002-02-04.

www.ski.se
www.ssi.se

STATENS KÄRNKRAFTINSPEKTION
Swedish Nuclear Power Inspectorate

POST/POSTAL ADDRESS SE-106 58 Stockholm
BESÖK/OFFICE Klarabergsviadukten 90
TELEFON/TELEPHONE +46 (0)8 698 84 00
TELEFAX +46 (0)8 661 90 86
E-POST/E-MAIL ski@ski.se
WEBBPLATS/WEB SITE www.ski.se

STATENS STRÅLSKYDD SINSETUT
Swedish Radiation Protection Authority

POST/POSTAL ADDRESS SE-171 16 Stockholm
BESÖK/OFFICE Solna strandväg 96
TELEFON/TELEPHONE +46 (0)8 729 71 00
TELEFAX +46 (0)8 729 71 08
E-POST/E-MAIL ssi@ssi.se
WEBBPLATS/WEB SITE www.ssi.se